

# **BACHELORARBEIT**

Herr  
**Felix Meyn**

LTE und seine Auswirkungen auf die  
Verbreitung von Daten und Medien

2012

---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **LTE und seine Auswirkungen auf die Verbreitung von Daten und Medien**

Autor:  
**Herr Felix Meyn**

Studiengang:  
**Ang. Medienwirtschaft**

Seminargruppe:  
**AM06wT2-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

Zweitprüfer:  
**Dr. Tilman Lang**

Einreichung:  
Mittweida 10.11.2012

Faculty of Media

# **BACHELOR THESIS**

LTE and it's effects on  
distribution of data and media

author:  
**Felix Meyn**

course of studies:  
**Applied Media Econommics**

seminar group:  
**AM06wT2-B**

first examiner:  
**Prof. Dr. Detlef Gwosc**

second examiner:  
**Dr. Tilman Lang**

submission:  
Mittweida 10.11.2012

Meyn, Felix

LTE und seine Auswirkungen für die Übertragung von Daten und Bewegtbildmedien

LTE and it's effects on the distribution of data and media

2012 – 62 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,

Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2012

## **Referat:**

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern LTE die Aufgaben bei der Verarbeitung von Daten und Medienangeboten bewältigt. Ziel der Arbeit ist es, die Eigenschaften, Stärken und Schwächen von LTE aufzuzeigen und zu erläutern. Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit dem geschichtlichen und technischen Hintergrund, den verschiedenen Diensten und Geräten, die LTE nutzt, und den Einschränkungen und Problemen, die bei der Nutzung von LTE auftreten können, um dem Leser ein rudimentäres Verständnis über die Entwicklung und das Leistungspotenzial von LTE zu verschaffen. Der zweite Teil der Arbeit zeigt dann anhand von Beispielen die Verwendungsmöglichkeiten von LTE in verschiedenen Situationen und informiert über Vertragsmöglichkeiten zur Nutzung von LTE für Privatpersonen. Den Abschluss der Arbeit bildet ein Fazit mit Hinblick auf die zuvor gestellte Kernfrage sowie einen kurzen Ausblick auf baldige Entwicklungen im Mobilfunkbereich.

# Inhaltsverzeichnis

Glossar .....	8
Vorwort.....	12
1. Einleitung: Die Welt wird schneller.....	13
2. Grundlagen.....	14
2.1 Die Entwicklung des Mobilfunks, LTE und seine Vorgänger.....	14
2.2 Frequenzbänder.....	16
2.3 Downlink und Uplink.....	17
2.4 MBMS.....	19
2.5 Mobilfunkzellen .....	20
2.6 Vergleich von UMTS und LTE.....	22
2.7 Der Verkauf der Lizenzen und die dazugehörigen Bedingungen.....	23
2.8 Aufrüstung von UMTS zu LTE.....	25
3. Endgeräte und Auswirkungen von LTE auf Medienangebote.....	26
3.1 Geräte, die LTE nutzen.....	26
3.1.1 Router.....	27
3.1.2 Websticks.....	30
3.1.3 Smartphones.....	33
3.2 Angebote, die durch LTE beeinflusst werden.....	37
3.2.1 Von MBMS zu e-MBMS .....	37
3.2.2 HD Video Streams.....	38
3.2.3 Online Games.....	39
3.2.4 Cloud Computing.....	41
4. Einschränkungen bei der Nutzung von LTE und deren Lösung.....	43
4.1 Frequenzbandstörungen im 800 MHz Bereich .....	43
4.2 Technische Probleme bei mobilen Geräten.....	44
4.3 Das Fehlen von Sprachdiensten.....	45
4.4 Verträge mit niedrigem Datenvolumen.....	47
5. Prognosen für die Entwicklung der mobilen Internetnutzung.....	47
6. Angebote und Verträge für LTE.....	52
6.1 Telekom.....	53
6.2 Vodafone.....	54
6.3 O2.....	55
6.4 Vergleich der Angebote.....	56
7. Beispiele für die Verwendungsmöglichkeiten von LTE.....	56
7.1 LTE im Transport- und Verkehrswesen.....	57

7.2 LTE im Bauwesen.....	57
7.3 LTE als Unterstützer für Finanzdienstleistungen.....	58
7.4 Machine-to-Machine Kommunikation.....	58
8. Fazit.....	60
9. Ein Ausblick auf die nahe Zukunft.....	61
Abbildungsnachweis.....	62
Literaturverzeichnis.....	64
Eigenständigkeitserklärung.....	67

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veranschaulichung eines LTE Ressourcenblocks.....	18
Abbildung 2: Netzaabdeckung durch LTE von Vodafone und Telekom.....	21
Abbildung 3: Leistungsdiagramm der einzelnen Mobilfunkstandards.....	22
Abbildung 4: LTE Speedtest für 21509 Glinde, Schleswig-Holstein.....	23
Abbildung 5: 1,8 GHz Frequenzband und Eigentümer.....	24
Abbildung 6: 2,6 GHz Frequenzband, Eigentümer und Preise.....	24
Abbildung 7: 800 MHz Frequenzband, Eigentümer und Preise.....	25
Abbildung 8: Vodafone Easybox 904 LTE Router.....	27
Abbildung 9: Speedport LTE800 Router.....	28
Abbildung 10: Huawei LTE Router.....	28
Abbildung 11: Abb. 11: Fritz!box 6840 LTE.....	29
Abbildung 12: K5005 LTE Webstick.....	31
Abbildung 13: K5006-Z LTE Webstick.....	31
Abbildung 14: LTE Speedstick.....	32
Abbildung 15: MF821D LTE Webstick.....	32
Abbildung 16: iPhone 5 LTE.....	34
Abbildung 17: Samsung Galaxy S3 LTE.....	34
Abbildung 18: HTC ONE XL mit LTE.....	35
Abbildung 19: LG Optimus LTE .....	35
Abbildung 20: Netflix Einnahmen Q3'11 bis Q3'12.....	39
Abbildung 21: Eine Szene aus dem Browsergame Farmville .....	40
Abbildung 22: Eine Szene aus dem First-Person Shooter Battlefield 3.....	40
Abbildung 23: Werbebild zur Telekom Cloud.....	42
Abbildung 24: Prognosen zum mobilen Datenvolumen.....	48
Abbildung 25: Anteile von Gebiete am gesamten Datenvolumen.....	48
Abbildung 26: Quellen des mobilen Datenvolumens.....	49
Abbildung 27: Endgeräte und ihr Anteil am mobilen Datenvolumen.....	49
Abbildung 28: Anzahl der Mobile Internetnutzer.....	50
Abbildung 29: Prognose zur Geschwindigkeit für mobile Netzwerkverbindungen.....	51
Abbildung 30: Tarifverträge der deutschen Telekom zur Nutzung von LTE.....	53
Abbildung 31: Tarifverträge von Vodafone zur Nutzung von LTE.....	54
Abbildung 32: Tarifverträge von O2 zur Nutzung von LTE.....	55

## Glossar

**3GPP:** Das 3. Generation Partnership Programm, eine weltweite Kooperation von Standardisierungsgremien für die Standardisierung im Mobilfunk. Konkret sind das UMTS, GERAN(GSM) und LTE. Sie besteht aus den fünf sogenannten Organisational Partners ARIB, ETSI, ATIS, TTA und TTC. CCSA kam zwischenzeitlich dazu. Gegründet wurde die Kooperation am 4. Dezember 1998

**Akku:** Kurz für Akkumulator. Ein wiederaufladbarer Energiespeicher zur Nutzung in elektronischen Geräten.

**ARIB:** Association of Radio Industries and Businesses. Das japanische Mitglied des 3GPP

**ATIS:** Alliance for Telecommunications Industry Solutions. Das Amerikanische Mitglied des 3GPP

**Browsersgame:** Videospiel das über die Verwendung eines Internetbrowsers als Plattform gespielt wird.

**Bits und Bytes:** Messeinheiten für die Größe von Daten. 1 TBit (Terrabit) = 1000 GBit (Gigabit) = 1000000 MBit (Megabit) = 1000000000 kBit (Kilobit) = 1000000000000 Bit  
8 Bit = 1 Byte

**CCSA:** China Communications Standards Association, das chinesische Mitglied des 3GPP

**DVB-T:** Digital Video Broadcasting – Terrestrial. Die terrestrische, also landgestützte, Verbreitung von digitalen Fernsehsignalen. Es ist eine Variante des Digital Video Broadcasting (DVB). Verwendet wird sie zur Übertragung von digitalem Hörfunk und Fernsehen verwendet.

**EDGE:** Enhanced Datarates for GSM Evolution. Eine Weiterentwicklung der GSM-Technologie zur Erhöhung der Datenübertragungsrate.

**ETSI:** Europäisches Institut für Kommunikationsnormen. Das japanische Mitglied des 3GPP



**First-Person Shooter:** Ein aus der Ich-Perspektive gespieltes Videospiel in dessen Kontext der Spieler oft mit Waffen, daher der Aspekt des Shooters (zu deutsch: schießen), auf virtuelle Feinde schießen muss.

**GPRS:** General Packet Radio Service. Die Bezeichnung für den paketerorientierten Funkdienst zur Datenübertragung in GSM.

**Handover:** Der Handover oder auch Verbindungsübergabe bezeichnet ein Verfahren, bei dem ein mobiles Endgerät während eines Gesprächs oder der Datenübertragung in eine andere Funkzelle wechselt, ohne dass es zu einer Unterbrechung der Übertragung kommt.

**Hertz:** Messeinheit die in Verschieden technischen und physikalischen Gebieten angewendet wird. In dieser Arbeit dient die Einheit Hertz als Messeinheit für die Frequenzwiederholung im Mobilfunk und der Höhe der Prozessorleistungen.

1 GHz (Gigahertz) = 1000 MHz (Megahertz) = 1000000 kHz (Kilohertz) = 1000000000 Hz (Hertz)

**HSDPA, HSDPA+:** High Speed Downlink Packet Access ist eine Verbesserung von UMTS die höhere Datenraten im Mobilfunk ermöglicht. Bei HSDPA+ handelt es sich um eine erneute Weiterentwicklung und Verbesserung. HSDPA stellt zusammen mit HSUPA ( High Speed Uplink Packet Access) die Up- und Downloadkomponenten von HSPA dar.

**HSPA, HSPA+:** High Speed Packet Access

**LTE:** Long Term Evolution, der mobilfunkstandard der 4. Generation

**MBMS, e-MBMS:** Multi Broadcast/Multicast Service und enhanced Multi Broadcast/Multicast Service. Ein Ein- zu Mehrpunkt Übertragungsverfahren bei dem Medienangebote über das mobile Funknetz von einem Sendepunkt aus an mehrere Empfänger verteilt werden können.

**MIMO:** Multi-Input Multi-Output , ein technisches Verfahren, bei dem durch die Verwendung zusätzlicher Antennen das Empfangene Signal verbessert wird.

**MMORPG:** Massive Multitplayer Online Roleplaying Game, Ein Videospiel das von einer großen Anzahl von Spielern gleichzeitig gespielt wird. Z.B. World of Warcraft mit fast 10 Millionen Spielern weltweit.

**OFDM:** Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, ein Modulationsverfahren zur Nutzung unter LTE und WLAN

**Prozessor:** Das Rechenzentrum eines Computers oder Smartphones. Die Leistung eines Prozessors wird in Hertz angegeben. Ein Multicore Prozessor besteht aus mehreren Prozessoren. Beispiele sind Dual- (2) und Quad- (4)Core Prozessoren

**QAM:** Quadrature Amplitude Modulation, ein digitales Modulationsverfahren.

**RAM:** Random-Access Memory, ein Computerbauteil das zur Informationsspeicherung dient.

**RegTP:** Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Titel der Bundesnetzagentur vor seiner Umbenennung 2005

**Roaming:** Roaming bezeichnet die Fähigkeit eines Mobilfunkendgerätes, Daten und Nachrichten in einem anderen Netzwerk als seinem eigentlich Heimnetzwerk empfangen und schicken zu können.

**SFN:** Single-Frequency Network, ein Zusammenschluss aus mehreren Funkzellen in einem zusammenhängenden Gebiet. die alle synchron zueinander identische Information auf der selben Sendefrequenz ausstrahlen.

**Streaming:** Vorgang, bei dem z.B. eine Mediendatei gleichzeitig heruntergeladen und genutzt wird.

**Traffic:** Zu deutsch Verkehr, Umschreibung für den Datenverkehr der beim Up- und Download von Daten entsteht

**TTA :** Telecommunications Technology Association, das koreanische Mitglied des 3GPP

**TTC:** Telecommunications Technology Committee, das japanische Mitglied des 3GPP

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System, der Mobilfunkstandard der 3. Generation

**White Spot:** Gebiete auf einer Versorgungskarte für Mobilfunk, die noch nicht in den Bereich einer Mobilfunkzelle fallen und somit keiner Versorgung erhalten.

## **Vorwort**

Diese Bachelorarbeit bildet den Abschluss meines Studiums. Ich möchte hiermit allen danken, die mich auf meinem Weg begleitet haben. Vor allem danke ich meinen Eltern, die es mir möglich gemacht haben, diesen Weg zu beschreiten und mich bei jeder Gelegenheit unterstützt haben. Meinem Vater, der mich oft mit Tipps und Ideen versorgt hat, und meiner Mutter, die mir vor allem emotional oft zur Seite stand, wenn mich einmal der Mut verlassen hatte. Auch danke ich meiner Freundin Julia, die mir bei der Korrektur der Arbeit geholfen hat, und das Richtige zu sagen wusste, wenn mir einmal die Motivation fehlte um weiter zu machen. Ich danke außerdem meinen Freunden Sven, Helge, Alex, Marc, meinem Bruder Benjamin und allen weiteren Freunden für ihre Unterstützung und Hilfe.

# 1. Einleitung: Die Welt wird schneller

Wir alle nutzen das Internet. Es hilft uns bei Recherchen, versorgt uns mit den neusten Nachrichten, unterhält uns mit seinen Inhalten und gibt uns die Möglichkeit, jederzeit und überall miteinander zu kommunizieren. Rund um die Uhr und sieben Tage die Woche. Immer häufiger wird während einer Unterhaltung das Handy aus der Tasche gezogen, kurz gegoogelt um ein paar Fakten zu prüfen oder ein Video angeschaut um gleich die Informationen in das Gespräch einfließen zu lassen.

Die Tatsache, dass wir fast jederzeit das Internet nutzen können, hat unser Leben beeinflusst und wird oft schon jetzt als selbstverständlich gesehen. Besonders wenn man aus einer Großstadt kommt, empfindet man es oft als selbstverständlich einen durchgehenden Zugang zu digitalen Ressourcen zu besitzen und wie wichtig dieser geworden ist, fällt einem oft erst auf, wenn man ihn nicht mehr hat. Gerade in ländlichen Gebiete ist dieser Zugang jedoch bei weitem nicht selbstverständlich.

Eine bundesweite Versorgung gestaltete sich lange Zeit schwierig und auch heute befinden wir uns erst am Anfang eines langen Weges. LTE, die 4. Generation des Mobilfunkstandards soll dieses Problem lösen. Neue Technologien bei der Funkübertragung, ein flächendeckendes Mobilfunknetz und hohe Downloadgeschwindigkeiten sind die Slogans, mit denen die Mobilfunkanbieter jeden Tag im Fernsehen, Radio oder Internet werben. In Kombination mit den neuesten Smartphones und Tablets sollen wir jederzeit und nun wirklich überall einen Zugang zum Internet erhalten können

Doch was steckt wirklich hinter den Versprechen der Anbieter? Wie sehr wird LTE unser tägliches Leben beeinflussen und welche der beworbenen Eigenschaften sind wirklich realisierbar? Bringt LTE wirklich die versprochene Lösung für das Problem der Grundversorgung aller Haushalte mit einem Breitbandinternetzugang oder handelt es sich hierbei nur um den verzweifelten Versuch eine notdürftige Lösung für die große Kluft zwischen festen Breitbandanschlüssen und Mobilfunk zu finden?

Die Kernfrage, die diese Bachelorarbeit in ihrem Verlauf beantworten soll, ist welche Auswirkung LTE auf die Übertragung und Verbreitung von Daten und Medien besitzt. Was hat sich durch die Einführung der neuen Technologie verändert, was muss sie bewältigen und welche Auswirkungen hat sie auf die Zukunft des Mobilfunkes.

## 2. Grundlagen

Das zweite Kapitel dieser Arbeit dient zur Einführung in das Thema LTE. Wie kam es zu seiner Entstehung, welche spezifischen Eigenschaften besitzt es und was sind die wichtigsten technischen Eigenschaften die LTE zum Mobilfunkstandard der 4. Generation machen?

### 2.1 Die Entwicklung des Mobilfunks, LTE und seine Vorgänger

Im Laufe der Jahrzehnte hat sich mobile Kommunikation von einem für nur wenige Menschen verfügbaren und erschwinglichen Phänomen zu einem System entwickelt, das nun von einem Großteil der Menschheit genutzt wird. Die Anfänge bildete dabei das analoge Radiosystem der 80. Jahre, das im Allgemeinen als die 1. Generation des Mobilfunk bezeichnet wird. Es bildete die ideologische Grundlage für die kontinuierliche Weiterentwicklung des Mobilfunks und führte zur Entwicklung der 2. Generation, dem ersten digitalen Mobilfunkstandard GSM. Mit ihm wurden die verfügbaren Ressourcen, die für die Sprachübertragung zur Verfügung standen, besser genutzt. Es folgten eine Vielzahl von Verbesserungen, welche die Nutzung des 2G System weiter modifizierten und daher noch dem Netz der 2. Generation zugeordnet werden. Um dies zu verdeutlichen, erhielten diese Systeme und Verbesserungen eigene Kennungen in der Generationsreihenfolge, wie zum Beispiel GPRS als 2.5G und EDGE als 2.75G. Beide Techniken verdoppelten jeweils die Bandbreite ihres Vorgängers.<sup>1</sup>

Mit UMTS wurde die 3. Generation des Mobilfunks entwickelt und es war das erste System, dessen Leistung im Datentransfer stark genug war, um als Breitbandinternetzugang zu fungieren. Großen Bekanntheitsgrad erlangte es vor allem durch die Versteigerung der Frequenzbänder, für die die verschiedenen Telekommunikationsunternehmen insgesamt über 50 Milliarden Euro bezahlten. Auch UMTS wurde in seiner Laufzeit erweitert und verbessert. Zu diesen Verbesserungen zählen HSDPA und HSDPA+ sowie HSPA und HSPA+. Aufgrund der Tatsache, dass

---

<sup>1</sup> Vgl. Erik Dahlman, Stefan Perkvall, Johan Sköld: 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, Academic Press is an Imprint of Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5, 1GB, UK, 2011, Seite 1 - 3

diese Technologien auf der Basis von UMTS entwickelt wurden, werden sie als die 3.5 Generation bezeichnet.

Die eigentliche Arbeit und Planung des Netzwerkes der 3. Generation begann bereits 1980 in der International Telecommunication Union. Parallel zur Entwicklung von 2G Mobilfunksystemen in den 90er Jahren gab es weltweite Bemühungen um ein Konzept für ein System der 3. Generation zu entwickeln. In 1996 wurden in Folge der Bemühungen einen einheitlichen Mobilfunkstandard zu entwickeln die japanischen und europäischen Konzepte zusammengetragen. Das Ergebnis dieses Zusammenschlusses war UMTS. Das Bedürfnis nach einem weltweiten Standard führte dann 1998 zur Bildung des Third Generation Partnership Projects kurz 3GPP. In ihm befinden sich die führenden Organisationen bei der Entwicklung von Mobilfunk-Standards ARIB (Japan), CCSA (China), ETSI (Europa), ATIS (USA), TTA (Süd Korea) und TTC (Japan). Die Bildung dieses Organs löste das Problem einer Abweichung bei der parallelen Entwicklung und garantiert somit einen einheitlichen Standard im Mobilfunk seit der 3. Generation.<sup>2</sup>

Mit LTE folgt nun die Grundlage für die 4. Generation des Mobilfunkstandard, wodurch es somit den direkten Nachfolger von UMTS darstellt. LTE steht hierbei für Long Term Evolution und spricht somit sinnbildlich für die fortlaufende Entwicklung, die dieser Mobilfunkstandard anstrebt. Nach der Einführung von UMTS wurde schnell klar, dass das Netz der 3. Generation dem Wachstum der digitalen Welt nicht lange standhalten würde. Die Entwicklung von LTE war somit die logische Schlussfolgerung, um der Aufgabe der schnellen und effizienten Datenverteilung bei mobilen Endgeräten gerecht zu werden. LTE verspricht eine schnellere Übertragung von Daten und eine höhere Resistenz gegen Fehler, die sich bei der Übertragung in mobilen Bereichen ereignen. Außerdem soll LTE auch an Orten eine stabile Internetverbindung garantieren, die aufgrund der mangelnden Reichweite von UMTS oder fehlenden Kabelanschlüssen nicht versorgt werden können. Erreicht wird dies vor allem durch die Verwendung der Frequenzbänder, die in Folge der digitalen Dividende freigestellt wurden.

Oft wird LTE auch als 3.9G bezeichnet, da es der Entwicklung neuerer Technologien wie z.B. seinem baldigem Nachfolger LTE Advanced nicht mehr als sinnbildlich für 4G empfunden wird. Nichtsdestotrotz stellt LTE die Grundlage für alle weiterführenden

---

<sup>2</sup> Vgl. Erik Dahlman, Stefan Perkvall, Johan Sköld: 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, Academic Press is an Imprint of Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5, 1GB, UK, 2011, Seite 1 - 3

Systeme dar und bildet somit das Fundament in der Entwicklung der 4. Generation des Mobilfunks.<sup>3</sup>

## 2.2 Frequenzbänder

Entscheidend für die Effizienz und Reichweite des Mobilfunks sind die Radiofrequenzen, die genutzt werden können. Sie dienen als Medium für den Datentransfer und besitzen charakteristische physikalische Eigenschaften. Der Begriff Frequenzband bezeichnet einen Bereich des elektromagnetischen Wellenspektrums, der in diesem Fall für die Kommunikation von LTE genutzt wird. Gemessen wird eine Frequenz in der Maßeinheit Hertz und der jeweiligen Länge der Welle.

Da es sich bei der Wellenforschung um ein komplexes physikalisches Thema handelt, werde ich mich im Verlauf dieses Kapitels nur auf die von LTE verwendeten Radiofrequenzen und ihre Eigenschaften beschränken. Folgende Frequenzbänder stehen LTE bei der Übermittlung von Daten zur Verfügung.

Das 800 MHz Frequenzband im Bereich von 791 bis 862 MHz mit bis zu 15 km Reichweite

Das 1800 MHz Frequenzband im Bereich von 1710 bis 1880 MHz mit bis zu 7,5 km Reichweite

Das 2,6 GHz Frequenzband im Bereich von 2500 bis 2690 MHz mit bis zu 5km Reichweite

Die jeweilige Reichweite wurde mit einer Basisstation in 40 m Höhe erzielt. Mit steigender Höhe der Basisstation kann sich auch die Reichweite vergrößern. So würde eine Basisstation mit dem 800 MHz Frequenzband in 80m Höhe eine Reichweite von über 23 km haben.<sup>4</sup>

Jedes dieser Bänder besitzt spezifische Eigenschaften, die es für den Gebrauch in verschiedenen Einsatzgebieten qualifizieren. Grundlegend ist zu sagen: Je höher die Frequenz (Hz) einer Welle ist, desto mehr Daten kann sie übermitteln. Jedoch sinkt mit

<sup>3</sup> Vgl. o. V. A short note on 3.9G/4G LTE (Long Term Evolution) Mobile broadband networks

<http://www.excitingip.com/1677/a-short-note-on-3-9g4g-lte-long-term-evolution-mobile-broadband-networks/> 20.10.2012

<sup>4</sup> Vgl. Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc., Dipl.-Ing.

Peter Schlegel, Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk, Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik, Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig, Braunschweig, 05.05.2010, Seite 3-4, 12



steigender Hertzzahl auch die physikalische Reichweite, wodurch sich vor allem der Bereich von 800 MHz dazu eignet großflächige Gebiete mit LTE zu versorgen. Dieser Bereich stammt aus der Digitalen Dividende und wurde z.B. als Sendefrequenz für schnurlose Mikrophone verwendet<sup>5</sup>. Die Vergabe dieses Frequenzbandes war umstritten, da es die ehemaligen Nutzer dieser Frequenzbänder vor Probleme durch Störungen beim Empfang der Signale stellt. Das Ausmaß dieser Störung wird in Kapitel 4.1 behandelt und soll hier somit nur kurz erwähnt werden.

Die Frequenzbänder im Bereich von 1,8 und 2,6 GHz erzielen durch ihre hohe Hertz-Zahl eine signifikant kleinere Reichweite, sind dadurch jedoch in der Lage ein weitaus höheres Datenvolumen zu bewältigen. Sie eignen sich dadurch vor allem für den Einsatz in Ballungszentren.<sup>6</sup>

## 2.3 Downlink und Uplink

Entscheidend für das Empfangen von Daten ist die Verwaltung des Downlink, wobei das Modulationsverfahren maßgeblich die mögliche Geschwindigkeit beim Downloaden von Daten bestimmt. LTE greift zur Modulation auf OFDM zurück.

OFDM steht hierbei für Orthogonal Frequency-Division Multiplexing und bildet die Übertragungstechnik für den Downlink der Daten, die von einer Zelle an den Benutzer eines Endgerätes gesendet werden. LTE ist das erste Mobilfunksystem, das diese Technologie verwendet. Ansonsten findet dieses Verfahren bereits in anderen Systemen wie z.B. dem digitalen Radio oder WLAN Anwendung. Es handelt sich hierbei um ein Verfahren, bei dem Daten parallel über mehrere Wege gleichzeitig an den Empfänger versendet werden. Die bisherigen Mobilfunksysteme UMTS und GSM verwendeten nur schmalbandige Einträger, sogenannte Single Carrier.<sup>7</sup>

Durch den Bezug eines Signals über mehrere Wege, erhöht sich die Stabilität und Resistenz gegen Fehler, mit dem das Signal beim Endgerät eintrifft. Die Quellen ergänzen sich gegenseitig und sorgen dadurch für einen fehlerfreien Empfang. Da die verschiedenen Signale jedoch nicht zeitgleich eintreffen, müssen alle Signale mit einem

<sup>5</sup> Vgl. LTEmobile, Digitale Dividende oder Breitband für alle!, <http://www.ltemobile.de/digitale-dividende/>, 31.10.2012

<sup>6</sup> Vgl. Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc., Dipl.-Ing.

Peter Schlegel, Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk, Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik, Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig, Braunschweig, 05.05.2010, Seite 3-4, 12

<sup>7</sup> Vgl. ebd. Seite 7 - 9

Wartebereich, dem sogenannten Guard-Intervall, ausgestattet werden. Hierbei handelt es sich um einen reservierten Zeitabschnitt im Signal, der dazu dient den verschiedenen, eingehenden Signalen die Möglichkeit zu geben sich zu synchronisieren.<sup>8</sup>

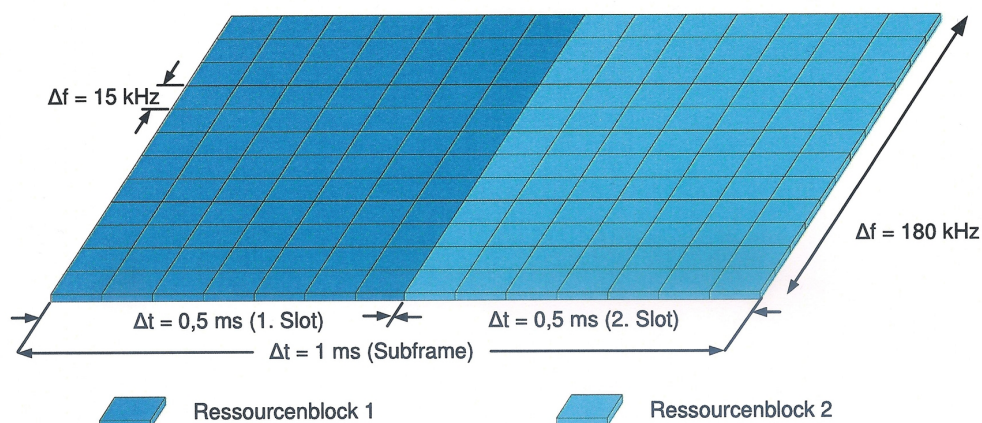


Abbildung 1: Veranschaulichung eines LTE Ressourcenblocks

Veranschaulichend dargestellt wird der LTE-Downlink durch einen sogenannten Ressourcenblock in Abbildung 1. Erhält ein Nutzer Daten, werden diese in Form eines Ressourcenblockes an ihn versandt. Dieser besteht aus 12 QFDM-Subträgern mit jeweils 15 kHz Trägerbreite, damit füllt ein Ressourcenblock 180kHz Bandbreite. Da ein Slot 0,5 Millisekunden dauert und in 7 Zeitschlitz unterteilt ist, besteht ein Ressourcenblock also aus 84 LTE-Ressourcen. Jeweils 2 Slots von 0,5 Millisekunden werden zu einem sogenannten Subframe von einer 1 Millisekunde Dauer zusammengeschlossen.<sup>9</sup>

Je nachdem, welche weiteren Modulationen nun gewählt werden, lässt sich die Bruttodatenrate pro Sekunde von LTE errechnen. Zur Verfügung stehen QPSK mit 2 Bit pro Subträger, 16QAM mit 4 und 64QAM mit 6 Bit. Im Falle von 64QAM errechnet sich eine Bruttodatenrate von 1,008 mBit/s.

Zu bemerken ist hierbei aber noch, dass niemals das gesamte Potential ausgeschöpft werden kann, da ein Teil der Ressourcenblöcke immer für den Guard-Intervall genutzt wird. Ebenso gibt es noch Signalisierungen und andere Platzhalter, die einen Teil des Ressourcenblocks füllen.

<sup>8</sup> Vgl. Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc., Dipl.-Ing.

Peter Schlegel, Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk, Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik, Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig, Braunschweig, 05.05.2010, Seite 3-4, 12

<sup>9</sup> Vgl. ebd. Seite 8

Ebenfalls unterstützend für den Downlink ist die Verwendung eines Mehrantennensystems (MIMO). Durch die Nutzung von bis zu 4 Antennen lässt sich die Datenrate beim Up- und Downlink erheblich steigern. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine gute Verbindung und möglichst wenig Störquellen. Diese würden nämlich alle Vorteile, die sich aus der Nutzung mehrerer Antennen ergeben, zunichte machen.<sup>10</sup>

Da der Uplink hauptsächlich für die Kommunikation des Endgerätes mit der Mobilfunkzelle genutzt wird, ist der Kanal, der ihm zur Verfügung steht, im Vergleich zum Downlink recht klein. Dies hat zur Folge, dass das Versenden von Daten mit einem proportional größerem Zeitaufwand verbunden ist.

## 2.4 MBMS

MBMS steht für Multibroadcast Multicast Service und bezeichnet einen IP datacast Service, der innerhalb der UMTS und LTE Mobilfunkzellen angeboten werden kann. Seine Infrastruktur ermöglicht es dem Benutzer einen Uplink-channel für die Kommunikation zwischen Service und User zu benutzen, was es von konventionellen Systemen wie z.B. digitalem Fernsehen unterscheidet, welche nur ein unicast System benutzen, bei dem Informationen nur in eine Richtung, also vom Anbieter zum Nutzer, fließen.

Die Entwicklung von MBMS begann bereits im Jahr 2002 und 2006 kam die erste Version für den Gebrauch in UMTS Netzwerken heraus.<sup>11</sup> Es wurde grundsätzlich für die Übertragung kleiner Video- und Audioclips entwickelt, kann jedoch auch zum Streamen größerer Dateien genutzt werden.

MBMS besteht aus 2 Systemen, dem Multimedia Broadcast und dem Multicast. Beide Systeme gleichen sich in dem Fakt, dass Anbieter ihre Medien über die Netze an vorher festgelegte Mobilfunkzellen in verschiedenen Gebieten weitergeben, die dann vom Nutzer empfangen werden können. Es handelt sich in diesem Fall um ein point-to-multipoint System, bei dem Daten von einem Punkt an viele Punkte weitergetragen werden. Das Multicast System nutzt dabei noch den Uplink, was es ihm ermöglicht

<sup>10</sup> Vgl. Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc., Dipl.-Ing.

Peter Schlegel, Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk, Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik, Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig, Braunschweig, 05.05.2010, Seite 9 - 11

<sup>11</sup> Vgl. Elektronik Kompendium, MBMS – Multimedia Broadcast Multicast Service, <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1207041.htm>, 15.10.2012

Informationen vom Endgerät zu erhalten. Diese Verbindung kann z.B. zur Authentifizierung genutzt werden und ermöglicht damit die Gestaltung von Videokanälen, die über ein Abonnement freigeschaltet werden müssen. Oft setzt deren Nutzung ein Freischaltungssignal über den Uplink voraus.<sup>12</sup>

Des weiteren besitzt MBMS die Möglichkeit angebotene Daten auf Lokalitäten zu beschränken. Als Beispiel wäre es so möglich, Touristen mit Informationen über Sehenswürdigkeiten in einer Großstadt versorgen. Die besagten Informationen würden dann nur Mobilfunkzellen zur Verfügung stehen, die sich in besagter Großstadt befinden und könnten auch nur im Sendebereich der Mobilfunkzelle empfangen werden. Weitere Nutzungsmöglichkeiten von MBMS wären Audiostreams, vergleichbar dem Radioprogramm, Bewegtbildmedien wie Nachrichtensendungen oder Sportereignisse oder auch Angebote zum Videostreaming.<sup>13</sup>

Obwohl MBMS zur Nutzung unter UMTS entwickelt wurde, litt es stark unter der vergleichsweise kleinen Datentransferrate. UMTS war nicht in der Lage die großen Mengen an Daten, die durch die Nutzung von MBMS entstand, effizient zu verarbeiten und so kam es zu einer sprichwörtlichen Verstopfung der Bandbreite. Signale konnten nicht mehr ohne Störungen übermittelt werden und die Konsequenz daraus war, dass MBMS unter UMTS nicht eingesetzt wurde.<sup>14</sup>

## 2.5 Mobilfunkzellen

Als Mobilfunkzelle bezeichnet man das Gebiet, das von einer Basisstation verwaltet werden kann.

Im Falle von LTE stellt diese Basisstation die Schnittstelle zwischen dem Endgerät und dem Zellennetzwerk inklusive Festanschlüssen dar. Um eine komplette Abdeckung zu garantieren und Störungen vorzubeugen werden Zellen in Ballungszentren oft überlappend und nah beieinander installiert. Grund für diesen engen Aufbau sind mehrere Faktoren. Zum einen um dem Störpotential entgegenzuwirken, das durch Bauwerke entsteht und somit gewisse Bereiche von Radiowellen abschirmen würde und zum

<sup>12</sup> Vgl. MediaLab, TeliaSonera Finland, Multibroadcast/Multicas Service, <http://www.medialab.sonera.fi/workspace/MBMSWhitePaper.pdf>, 01.11.2012

<sup>13</sup> Vgl. MediaLab, TeliaSonera Finland, Multibroadcast/Multicas Service, <http://www.medialab.sonera.fi/workspace/MBMSWhitePaper.pdf>, 01.11.2012

<sup>14</sup> Vgl. Elektronik Kompendium, MBMS – Multimedia Broadcast Multicast Service, <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1207041.htm>, 15.10.2012

anderen, um die vielen Zugriffe in eng besiedelten Gebieten verarbeiten zu können. Da eine Zelle nur eine begrenzte Anzahl von Nutzern verarbeiten kann, ist es von Nöten, Orte mit höher Einwohnerzahl mit mehreren Basisstationen zu versehen, um dem großen Andrang gerecht zu werden. Fehlen diese Stationen kann es bei Fällen hoher Auslastung dazu kommen, das z.B. Telefonate nicht geführt werden können oder Datenübertragungen gar nicht erst zustande kommen. Im Vergleich zu den Ballungszentren gestaltet sich die Versorgung ländlicher Gebiete als einfacher. Da es kaum Gebäude und andere Störfaktoren gibt und die Bevölkerungsdichte gering ist, reichen meist wenige Stationen um eine effiziente Abdeckung des Gebiets zu sichern. Das Endgerät ist zudem noch in der Lage ohne Datenverlust eine neue erreichbare Zelle zu nutzen, wenn das Signal der bisher genutzten Zelle gestört werden sollte. Dieser Vorgang wird Handover genannt.

Die Zellen nutzen hierbei die vorher angesprochenen Frequenzbänder zur Kommunikation. Während in Ballungszentren grundsätzlich die hohen Frequenzbänder von 1,8 und 2,6 GHz zum Einsatz kommen, wird auf dem Land hauptsächlich das 800 MHz Frequenzband eingesetzt.<sup>15</sup> Grund hierfür ist die Reichweite, die mittels der Frequenz im 800 MHz Bereich erreicht werden kann. Mit fast 15 km ist sie im Vergleich zu den beiden anderen Frequenzbänder höher wie bereits in Kapitel 2.1.x beschrieben wurde.

Die folgende Abbildung zeigt, welche Gebieten in Deutschland bereits mit LTE versorgt werden.

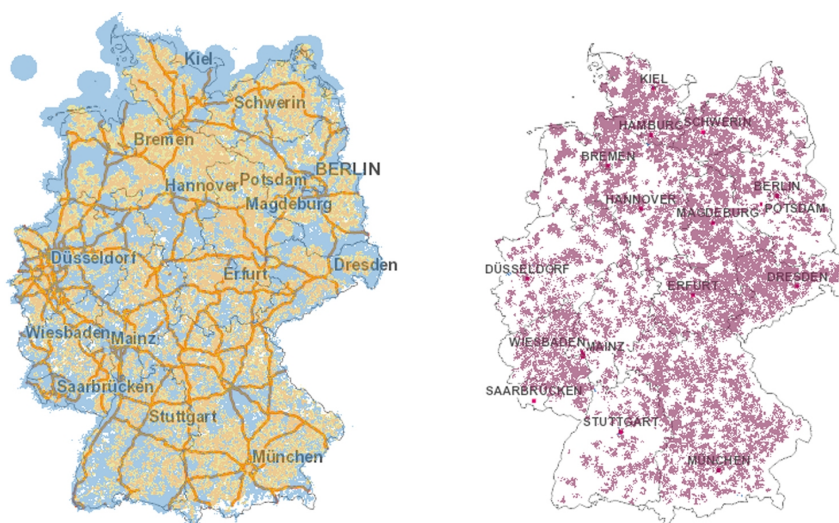


Abbildung 2: Netzabdeckung durch LTE von Vodafone und Telekom

<sup>15</sup> Vgl. Dahlman, Erik, Stefan Perkvall, Johan Sköld: 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, Academic Press is an Imprint of Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5, 1GB, UK, 2011

Die linke in Abbildung 2 gezeigte Karte von Deutschland zeigt die LTE Netzabdeckung von Vodafone. Alle gelb markierten Gebiete stehen im Sendebereich eines LTE Sendemastes. Die rechte Karte zeigt die Netzabdeckung der Telekom mit ihrem LTE Angebot.

## 2.6 Vergleich von UMTS und LTE

Ausschlaggebend für die Entwicklung von LTE war die Bemühung dem stetig wachsenden Datenverkehr gerecht zu werden, sowie ein Medium zu entwickeln, das auch Bereiche mit einem Breitbandinternetzugang versorgen kann, die bisher über keinen Festanschluss verfügen. Um dies zu garantieren, besitzt LTE eine höhere Kapazität zur Verarbeitung von Daten als UMTS und erreicht dies unter der Verwendung neuer Technologien. Die folgende Abbildung zeigt, in welchem Maße sich die Leistung von LTE und UMTS unterscheiden.

Mobilfunktechnologie	Übertragungsgeschwindigkeit	Mobilfunkgeneration
GPRS	53,6 kbit/s	2G
EDGE	220 kbit/s	2G
UMTS	384 kbit/s	3G
HSDPA	3,6 Mbit/s	3.5G
HSDPA+	7,2 Mbit/s	3.5G
HSPA	21,6 Mbit/s	3.5G
HSPA+	42 Mbit/s	3.5G
LTE	100 Mbit/s	4G

Abbildung 3: Leistungsdiagramm der einzelnen Mobilfunkstandards

Wie in Abbildung 3 zu erkennen besitzt LTE mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 100 MBit/s eine fast 300-Fach höhere Leistung als UMTS mit 384 KBit/s. Bei den weiterhin aufgeführten Technologien HSDPA, HSDPA+, HSPA und HSPA+ handelt es sich um Verbesserungen des UMTS Standards, die auch von Mobilfunkanbietern angeboten werden.

Bei den angegebenen Geschwindigkeiten handelt es sich Werte, die unter optimalen Bedingungen erzeugt werden können. So ist die Geschwindigkeit von LTE z.B. sehr stark von dem verwendeten Frequenzband, sowie weiteren Faktoren, wie dem Störpotential oder der Netzauslastung, abhängig.

Oft können diese Idealwerte nicht annähernd erreicht werden und bilden somit nur eine solide Vergleichsmöglichkeit für das Leistungspotential der Mobilfunktechnologie. Um die tatsächliche Geschwindigkeit, auf die man bei der Nutzung von LTE zurückgreifen kann, zu ermitteln lohnt es sich einen Speedtest durchzuführen wie er z.B. bei [www.lte-anbieter.info](http://www.lte-anbieter.info) angeboten wird. Dieser ermittelt dann einen Durchschnittswert für Up- und Downloadgeschwindigkeit über die angegebene Postleitzahl. Ein Test für die Stadt Glinde in Schleswig-Holstein ergab z.B das in Abbildung 4 gezeigte Ergebnis



Abbildung 4: LTE Speedtest für 21509 Glinde, Schleswig-Holstein

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, wird nur eine Downloadrate von ca 14 MBit/s erreicht. Es handelt sich dabei um einen Durchschnittswert, der je nach Umständen und Ort variieren kann. Er macht allerdings deutlich, wie sehr sich die im Labor erzielte Downloadrate von der tatsächlichen Rate unterscheiden kann.

## 2.7 Der Verkauf der Lizenzen und die dazugehörigen Bedingungen

Die für die Nutzung von UMTS und LTE verwendeten Frequenzbänder wurden im Jahre 2000 vom RegTP, dem Vorgänger der Bundesnetzagentur, an die Mobilfunkanbieter versteigert. Die durch die Versteigerung erzielten Einnahmen flossen in den Staatshaushalt der Bundesrepublik und die Mobilfunkanbieter konnten ihre Ausgaben für die Lizenzen von der Steuer abschreiben um somit ihre Steuerlast zu vermindern.



Abbildung 5 und 6 zeigen die versteigerten Frequenzbänder und die jeweiligen Mobilfunkanbieter, die diese erworben haben.

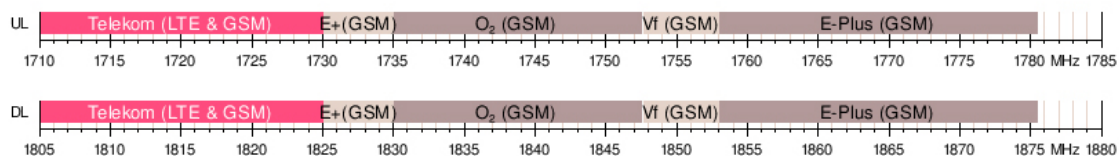


Abbildung 5: 1,8 GHz Frequenzband und Eigentümer

Das in Abbildung 5 gezeigte Frequenzband wird zur Zeit nur von der Telekom aktiv genutzt. Bei O2 und E-Plus werden diese Frequenzen momentan noch nicht effektiv genutzt.

Nutzer	Frequenzduplex (FDD)			Zeitduplex (TDD)	
	Uplink	Downlink	Preis	Uplink+Downlink	Preis
Deutsche Telekom	2520–2540 MHz	2640–2660 MHz	76,228 Mio. €	2605–2610 MHz	8,598 Mio. €
Vodafone	2500–2520 MHz	2620–2640 MHz	73,464 Mio. €	2580–2605 MHz	44,96 Mio. €
E-Plus	2540–2550 MHz	2660–2670 MHz	36,67 Mio. €	2570–2580 MHz	16,502 Mio. €
O2	2550–2570 MHz	2670–2690 MHz	71,415 Mio. €	2610–2620 MHz	16,458 Mio. €

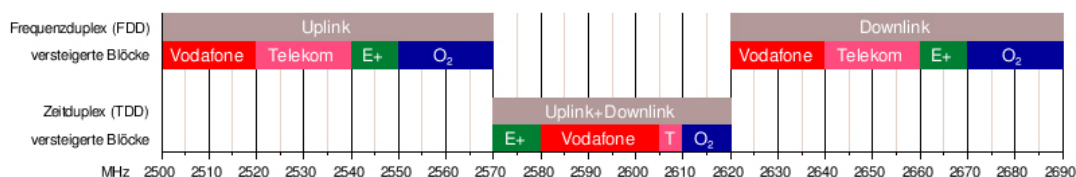


Abbildung 6: 2,6 GHz Frequenzband, Eigentümer und Preise

Verbunden mit dem Erwerb der Lizenzen zur Nutzung der Frequenzbänder war die Auflage, dass bis zum 31. Dezember 2003 mindestens 25% und bis zum 31. Dezember 2005 mindestens 50% der Bevölkerung mit UMTS versorgt werden müssen<sup>16</sup>. Mobilcom und Group3G/Quam konnten diese Auflagen nicht einhalten. Mobilcom gab seine Lizenz freiwillig ab<sup>17</sup>, während Group3G/Quam die Lizenz wegen nicht Erfüllung der Auflagen entzogen wurde<sup>18</sup>. Die nun wieder freien Lizenzen wurden zusammen mit den aus der Digitalen Dividende erschlossenen Frequenzen bei einer erneuten Verstei-

<sup>16</sup> Vgl. Bundesnetzagentur, Pressemitteilung, Dritte-Mobilfunkgeneration, Erscheinungsdatum 21.02.2000, [http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1931/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2000/000221DritteGeneration.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1931/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2000/000221DritteGeneration.html) 21.10.2012

<sup>17</sup> Vgl. o. V. [www.stern.de](http://www.stern.de), dpa, Mobilcom gibt UMTS-Lizenzen zurück, <http://www.stern.de/wirtschaft/unternehmen/meldungen/mobilfunk-mobilcom-gibt-umts-lizenz-zurueck-518043.html> 1.11.2012

<sup>18</sup> Vgl. Briegleb, Volker, heise mobil, Gericht: Widerruf von Quams UMTS-Lizenz rechtmäßig, <http://www.heise.de/mobil/meldung/Gericht-Widerruf-von-Quams-UMTS-Lizenz-rechtmassig-188068.html>, 03.11.2012



gerung zwischen dem 12. April und dem 20. Mai 2010 versteigert. Die Digitale Divi-  
dende bezeichnet hierbei die Frequenzen, die aufgrund der Umstellung auf digitales  
Radio nicht mehr genutzt wurden. Das Ergebnis des Verkaufs gestaltete sich wie folgt.

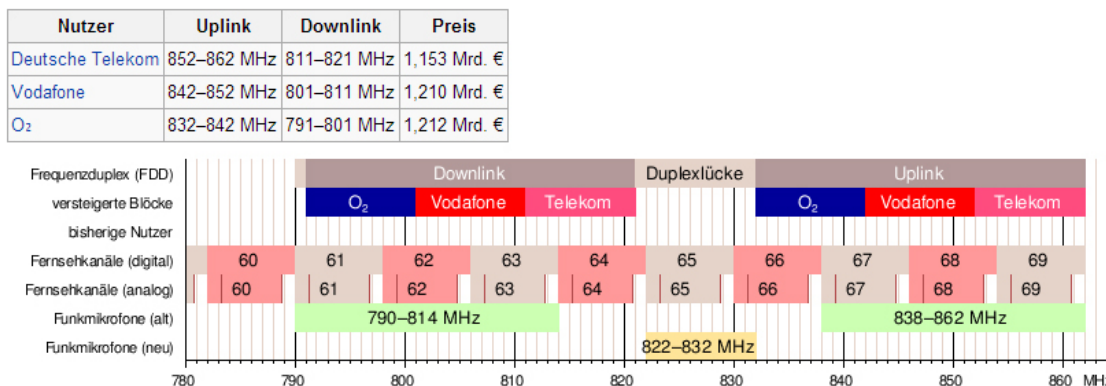


Abbildung 7: 800 MHz Frequenzband, Eigentümer und Preise

Die Frequenzen, die sich vorher im Besitz von Mobilcom und Group3G/Quam befunden hatten, wurden zur Abrundung der bereits versteigerten Frequenzen aufgeteilt und an die anderen Mobilfunkanbieter vergeben.

Verbunden mit der Vergabe der 800 mHz Frequenzen war eine neue Auflage. Alle Mobilfunkanbieter, die Teile dieses Frequenzbandes erworben hatten, wurden dazu verpflichtet, zuerst die wenig besiedelten Regionen in Deutschland mit einem LTE Anschluss zu versorgen.<sup>19</sup> Die Bereiche, die bis dahin noch keinen Zugang zu einem Breitbandinternetzugang besaßen, werden White Spots genannt. Sie sind sehr gut auf der Netzabdeckungskarte der Telekom in Abbildung 2 zu erkennen. Alle weißen Flächen auf dieser Karte stellen einen White Spot da.

## 2.8 Aufrüstung von UMTS zu LTE

Damit LTE im vollen Maße genutzt werden kann, mussten Mobilfunk- und Endgerä-  
teanbieter eine Reihe von Aufrüstungen durchführen. Im Falle der Mobilfunkanbieter  
mussten diese die bereits bestehenden Funkzellen um die für LTE benötigte Technolo-  
gie ergänzen. Grund für diese Aufrüstung bildet der Einsatz von OFDM, da bisherige

<sup>19</sup> Vgl. Bundesnetzagentur, Pressemitteilung, Allotment of Frequency Blocks,  
[http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1932/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2010/100830AllotmentFrequBlocks.h](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1932/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2010/100830AllotmentFrequBlocks.html)  
ml, 21.10.2012

Zellen, die für den Betrieb von UMTS/HSPA genutzt wurden, diese Modulation noch nicht einsetzen. Die eigentliche Aufrüstung der Sendemasten verläuft hierbei relativ simpel. Die Mobilfunkanbieter müssen lediglich die LTE Technik parallel zur bereits vorhandenen Antenne anbringen. Es müssen weder neue Antennen errichtet, noch alte Antennen komplett ausgetauscht werden.<sup>20</sup>

Im Falle der Anbieter für Endgeräte ist die Folge der Umstellung auf LTE eine neue Generation von Mobilfunkgeräten. In Kapitel 3 der Bachelorarbeit werden diverse Handys und Router, die mit der neuen Technologie für LTE ausgestattet sind, aufgelistet und verglichen. Eine „Aufrüstung“ von bestehenden Geräten kommt in diesem Fall nicht in Frage. Sie wäre schon alleine aus technischen Gründen nicht realisierbar, da z.B. Handys weder Platz noch Leistung für die benötigten Module besäßen, die zur Nutzung von LTE benötigt werden. Will ein Konsument also LTE nutzen, kommt er nicht umhin, sich ein neues Gerät zu kaufen, das eigens für den Gebrauch im Mobilfunk der 4. Generation entwickelt wurde.

### **3. Endgeräte und Auswirkungen von LTE auf Medienangebote**

Kapitel 3. dieser Bachelorarbeit soll dem Leser einen Überblick über die Endgeräte verschaffen, die bereits in der Lage sind LTE zu nutzen, welche Medienangebote direkt durch die Einführung von LTE betroffen sind und welches Potential die neue Technologie in sich birgt. Abschließend erfolgt eine Auflistung von Diensten, auf die die Einführung von LTE einen direkten Einfluss genommen hat.

#### **3.1 Geräte, die LTE nutzen**

Durch die Entwicklung von LTE mussten logischerweise auch die Anbieter von z.B. Smartphones, Tablets und Routern eine neue Generation von Geräten entwickeln, die in der Lage sind, die neue Übertragungstechnologie zu nutzen. Im folgenden werde ich jeweils 4 Geräte aus den Kategorien Router, Smartphones und Websticks auflisten und vergleichen.

---

<sup>20</sup> Vgl. MB, LTE.info, LTE-Sendemastenaufrüstung: So kommt 4G auf den Mast, <http://www.lte.info/beratung/newsdetails/archive/2012/07/10/article/1217-lte-sendemasten-aufruestung-so-kommt-4g-auf-den-mast.html>, 21.10.2012

### 3.1.1 Router

Router bilden das Herzstück bei der Einrichtung eines Heimnetzwerkes und verschaffen aufgrund ihrer Leistung die beste Versorgung durch LTE für Heimnetzwerke und örtlich gebundene Systeme. Sie sind in der Lage einer Vielzahl von Nutzern den Zugang zu LTE gleichzeitig zu eröffnen, solange diese Nutzer die benötigten Zugriffsrechte besitzen, um eben diesen Router auch zu benutzen. Ihre Größe und die benötigte Stromzufuhr machen sie dabei allerdings ungeeignet für den Gebrauch in mobilen Systemen. Folgende Router sind momentan im Handel oder über das Abschließen eines Vertrages mit einem Mobilfunkanbieters erhältlich.

#### Vodafone



Abbildung 8: Vodafone Easybox  
904 LTE Router

Gerätebezeichnung: EasyBox 904 LTE

Hersteller/Typ: Arcadyan 904L

Downloadrate bis: 50 Mbit/s

Uploadrate bis: 10 Mbit/s

LTE Bänder: LTE800,LTE1800,LTE2600

Preis mit Vertrag: 2,50 € / Monat

Preis ohne Vertrag: 249,90 €<sup>21</sup>

MIMO: 2 x 2 MIMO

Anschluss für ext. Antenne: ja

integrierte Telefonanlage: ja

<sup>21</sup> Vgl. o.V. LTE-Anbieter.info, LTE Router Ratgeber, <http://www.lte-anbieter.info/lte-hardware/router/lte-router-ratgeber.php>, 21.10.2012

## Telekom



Abbildung 9: Speedport LTE800  
Router

Gerätebezeichnung: Speedport LTE800

Hersteller/Typ: Huawei B390s-2

Downloadrate bis: 50 Mbit/s

Uploadrate bis: 10 Mbit/s

LTE Bänder: LTE800

Mietpreis mit Vertrag: 6.95 € im Monat (Preis sinkt mit Laufzeit)

Kaufpreis mit Vertrag: 249,99 €<sup>22</sup>

MIMO: 2 x 2 MIMO

Anschluss für ext. Antenne: ja

integrierte Telefonanlage: nein

## O2 Telefónica



Abbildung 10: Huawei LTE Router

Gerätebezeichnung: Huawei LTE Router

Hersteller/Typ: Huawei B390s-2

Downloadrate bis: 50 Mbit/s

Uploadrate bis: 10 Mbit/s

LTE Bänder: LTE800

Preis mit Vertrag: nur einmalig 49.90 €

Preis ohne Vertrag: n.V. €<sup>23</sup>

MIMO: 2 x 2 MIMO

Anschluss für ext. Antenne: ja

integrierte Telefonanlage: nein

<sup>22</sup> Vgl. o.V. LTE-Anbieter.info, LTE Router Ratgeber, <http://www.lte-anbieter.info/lte-hardware/router/lte-router-ratgeber.php>, 21.10.2012

<sup>23</sup> Vgl. o.V. Ebd.

## AMV Fritzbox



Abbildung 11: Abb. 11: Fritz!box  
6840 LTE

Gerätebezeichnung: Fritz!box 6840 LTE

Hersteller/Typ: AVM Fritzbox 6840

MIMO: 2 x 2 MIMO

Downloadrate bis: 100 Mbit/s

Anschluss für ext. Antenne: ja

Uploadrate bis: 50 Mbit/s

integrierte Telefonanlage: ja

LTE Bänder: LTE800; LTE2600

Preis mit Vertrag: nur im Fachhandel oder bei 1&1 LTE

Preis ohne Vertrag: 280-300€<sup>24</sup>

Die für den Vergleich genutzten Kriterien ergeben sich aus den zu jedem Router aufgeführten Werten der Up- und Downloadrate, der genutzten LTE Frequenzbänder, der verwendeten MIMO Technologie, ob das Gerät über eine integrierte Telefonanlage verfügt und schlussendlich dem Preis des Routers.

Vergleicht man alle vier Router nun anhand ihrer Leistung bei der Nutzung von LTE, so geht die Fritz!box als eindeutiger Sieger hervor. Sie besitzt die höchste Download- und Uploadrate aller verglichenen Router und nutzt dabei zwei der drei verfügbaren LTE Bänder. Der von Vodafone angebotene Router nutzt zwar ein Frequenzband mehr als die Fritz!box, erzielt jedoch nicht die selben Leistungen beim Down- und Upload. Vergleichsweise schlecht schließt der von Telekom und O2 angebotene Router ab, bei dem es sich abgesehen von kleinen äußerlichen Unterschieden um ein und das selbe Gerät handelt. Dieser Router besitzt nur Zugang zum 800 MHz Frequenzband und keine integrierte Telefonanlage. Dies macht ihn für den Gebrauch in Ballungszentren unattraktiv, da dort vor allem das schnellere 2,6 GHz Frequenzband genutzt wird. Außerdem vermehren sich durch die fehlende Telefonieoption die Anzahl der Geräte im Haushalt, was als störend empfunden werden kann.

<sup>24</sup> Vgl. o.V. LTE-Anbieter.info, LTE Router Ratgeber, <http://www.lte-anbieter.info/lte-hardware/router/lte-router-ratgeber.php>, 21.10.2012

Gemeinsam haben alle aufgelistet Router, dass sie die Multiantennentechnologie MIMO nutzen und eine Anschlussmöglichkeit für eine externe Antenne besitzen um das Empfangen und Senden mittels LTE Daten zu verbessern.

Im Preis-Leistungsverhältnis liegt die Fritz!box nur knapp vorne. Zwar ist sie mit 280-300 € der teuerste unter den drei angebotenen Router, besitzt aber, wie schon festgestellt, die doppelte Leistung im Down- und Upload. Man bezahlt hier einen hohen Preis für ein Gerät, das es allerdings auch wert ist. Auf dem 2. Platz liegt wieder die EasyBox von Vodafone. Sie kostet 249,90 € beim Erwerb ohne Vertragsabschluss oder monatlich 2,50 € bei Abschluss eines Vertrages zur Nutzung von LTE via Vodafone und überzeugt durch seine solide Leistung. Der Huawei Router von O2 und Telekom belegt auch hier wieder den letzten Platz. Zum einen, weil dieser Router nur nach Abschluss eines Vertrages beim jeweiligen Anbieter zu erwerben ist, zum anderen, weil sein Kaufpreis mit knapp 250 € nicht durch die im Gerät verbaute Technologie gerechtfertigt werden kann. Zwar sinkt bei O2 der Preis durch den Abschluss des Vertrages auf 49,90 € und die Telekom bietet die Zahlung monatlicher Raten in Höhe von 6,95 € an, doch auch diese Angebote vermögen nicht die mangelnde Leistung des verkauften Gerätes auszugleichen.

### **3.1.2 Websticks**

Die mobile Variante zum Router bildet der sogenannte LTE-Stick, ein Gerät, das über den USB-Anschluss mit dem Rechner verbunden wird, und somit ein Gerät mit der Fähigkeit ausstattet, LTE zu nutzen. Er eignet sich vor allem für den Einsatz bei Notebooks, ist leicht zu transportieren und wiegt oft unter 50 Gramm. Allerdings fehlen ihm viele Funktionen, die der Router besitzt, wie die Einrichtung eines Heimnetzwerkes, die Unterstützung von Telefonie oder die simultane Nutzung durch mehrere Personen. Will man jedoch einfach nur ein mobiles Gerät wie z.B. ein Notebook mit einem LTE-Zugang versehen und dabei mobil bleiben, ist der LTE-Stick die richtige Wahl.

## Vodafone



Abbildung 12: K5005 LTE  
Webstick

Stickbezeichnung: K5005

Hersteller: Huawei

Maximaler Downloadspeed: 100 MBit/s

Maximaler Uploadspeed: 50 MBit/s

unterstützte Standards LTE, HSDPA, HSDPA+, UMTS und GSM

LTE Bänder: LTE800; LTE2600

Preis mit Vertrag: 2,50 € / Monat

Preis ohne Vertrag: ca. 150 €<sup>25</sup>

## Vodafone



Abbildung 13: K5006-Z  
LTE Webstick

Stickbezeichnung: K5006-Z

Hersteller: ZTE

Maximaler Downloadspeed: 100 MBit/s

Maximaler Uploadspeed: 50 MBit/s

unterstützte Standards LTE, DC-HSPA+, UMTS und GSM

LTE Bänder: LTE800, LTE2600

Preis mit Vertrag: ab 2,50 € / Monat

Preis ohne Vertrag: ca. 160 €<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Vgl. o.V. LTE-Anbieter.info, LTE Router Ratgeber, <http://www.lte-anbieter.info/lte-hardware/sticks/lte-stick-uebersicht.php>, 21.10.2012

<sup>26</sup> Vgl. ebd.

## Telekom

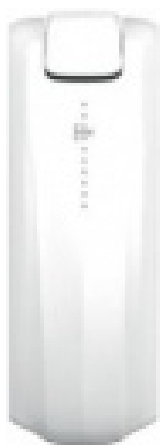


Abbildung 14: LTE Speedstick

Stickbezeichnung: LTE Speedstick

Hersteller: Huawei E398u-15

Maximaler Downloadspeed: 100 MBit/s

Maximaler Uploadspeed: 50 MBit/s

unterstützte Standards LTE, HSDPA, HSDPA+, UMTS und GPRS

LTE Bänder: LTE800, 1800, 2600

Preis mit Vertrag\*: ca. 5 € / Monat

Preis ohne Vertrag\*: ca. 150 €<sup>27</sup>

## O2 Telefónica



Abbildung 15: MF821D  
LTE Webstick

Stickbezeichnung: MF821D

Hersteller: ZTE

Maximaler Downloadspeed: 100 MBit/s

Maximaler Uploadspeed: 50 MBit/s

unterstützte Standards LTE, HSPA+, UMTS, EDGE, GPRS & GSM

LTE Bänder: LTE800, LTE1800, LTE 2600

Preis mit Vertrag: 24 x 5€ Rate + 1 €

Preis ohne Vertrag: ca. 120 €<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Vgl.o.V. LTE-Anbieter.info, LTE Router Ratgeber, <http://www.lte-anbieter.info/lte-hardware/sticks/lte-stick-uebersicht.php>, 21.10.2012

<sup>28</sup> Vgl. ebd.



Die für den Vergleich gewählten Kriterien sind hier wieder die Geschwindigkeit im Up- und Download, die jeweils unterstützten Mobilfunkstandards, sowie der für das Gerät veranschlagte Preis. Außerdem wird noch verglichen, welche der drei LTE Frequenzbänder vom Stick genutzt werden können.

Im Bereich der Leistung gibt es kaum einen Unterschied zwischen den 4 aufgelisteten Geräten. Lediglich die Nutzung des 1,8 GHz Frequenzbandes hebt die von O2 und Telekom angebotenen Geräte vom Konkurrenten Vodafone ab. Alle Sticks sind außerdem in der Lage ältere Standards wie UMTS und GSM zu nutzen und können somit bei der Überschreitung des vertraglich festgelegten Datenvolumen auf die langsameren Verbindungen zurückgreifen und verfügen über dieselbe hohe Down- und Uploadgeschwindigkeit.

Im Preis-Leistungsverhältnis gewinnt der Webstick von O2 mit einem Anschaffungspreis von 120€ ohne Vertrag. Er liegt damit bis zu 40 € unter dem Anschaffungspreis der anderen Geräte bei gleicher Leistung. Bei der Zahlung monatlicher Raten hängt das Preis-Leistungsverhältnis direkt mit der Mindestlaufzeit des gewählten Vertrages zusammen. In diesem Fall überzeugen die von Vodafone angebotenen Sticks durch den günstigen Betrag von 2,50 € im Monat.

### 3.1.3 Smartphones

Nach Laptops bilden Smartphones den zweitgrößten Faktor in Sachen mobilen Internetzugang. Als Smartphone wird dabei ein Handy bezeichnet, das durch seine hohe Rechenleistung und Flexibilität in der Lage ist mehr Aufgaben als nur Telefonie und Kurznachrichten zu bewältigen. Viele Smartphones besitzen außerdem die Möglichkeit ihre Funktionen durch sogenannte Apps erweitern. Weitere Kennzeichen von Smartphones sind große, hochauflösende Touchscreens, sowie große interne Datenspeicher oder die Möglichkeit, Datenspeicher in Form von SD-Karten hinzu zu fügen. Das Smartphone verdrängt langsam aber sicher das herkömmliche Handy von seiner Position als mobiles Kommunikationsgerät. So stieg die Zahl der in Deutschland verkauften Smartphones 2011 auf 11,8 Millionen Stück, 31% mehr als noch im Vorjahr. Das sind zwar immer noch weniger als die zeitgleich verkauften 15,6 Millionen Handys, jedoch ging dort der Absatz um 19% im Vergleich zum Vorjahr zurück.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Scholz, Heiko, mobile-zeitgeist, <http://www.mobile-zeitgeist.com/2012/01/09/2011-118-millionen-smartphones-in-deutschland->, 3.11.2012

## iPhone 5 LTE



LTE Standards: 1800 MHz

Sonstige Standards: GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, HSPA+

CPU: 1 GHz Dual Core

Arbeitsspeicher: 1GB

Abbildung 16: iPhone 5  
LTE

Preis: ab 679 €<sup>30</sup>

## Samsung Galaxy S3 LTE



LTE Standards: 800 MHz / 1800 MHz / 2600 MHz

Sonstige Standards: GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, HSPA+

CPU: 1,4 GHz Quad Core

Arbeitsspeicher: 1 GB

Abbildung 17: Samsung  
Galaxy S3 LTE

Preis: ~750 €<sup>31</sup>

30 Vgl. [www.apple.com/iphone/compare-iphones/](http://www.apple.com/iphone/compare-iphones/) ,  
Preis im Apple OnlineStore, [http://store.apple.com/de/browse/home/shop\\_iphone/family/iphone5](http://store.apple.com/de/browse/home/shop_iphone/family/iphone5)  
, 21.10.2012

31 Vgl. Daniel Lüders, Bild.de, Samsung Galaxy S3 gegen das iPhone 5,  
<http://www.bild.de/digital/handy-und-telefon/samsung-galaxy-s3/iphone-5-galaxy-s3-lte-duell-26541308.bild.html> 21.10.2012

## HTC ONE XL mit LTE



LTE Standards: 800 MHz / 1800 MHz / 2600 MHz

Sonstige Standards: GSM, EDGE, UMTS, HSPA, HSPA+

CPU: 1,5 GHz Dual Core

Arbeitsspeicher: 1 GB

Abbildung 18: HTC

ONE XL mit LTE Preis: ~660 €<sup>32</sup>

## LG Optimus LTE



LTE Standards: 800 MHz / 1800 MHz / 2600 MHz

Sonstige Standards: GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, HSPA+

CPU: 1,5 GHz Dual Core

Arbeitsspeicher: 1 GB

Abbildung 19: LG Preis: 529,90 €<sup>33</sup>

Optimus LTE

<sup>32</sup> Vgl. [www.htc.com](http://www.htc.com), htc ONE XL, <http://www.htc.com/de/smartphones/htc-one-xl/#specs> 21.10.2012

<sup>33</sup> Vgl. [www.lg.com](http://www.lg.com), Optimus-True-HD-LTE, <http://www.lg.com/de/handy/lg-P936-Optimus-True-HD-LTE> 21.10.2012

Für den Vergleich der 4 Smartphones werden folgende Kriterien angebracht: Welche LTE Frequenzbänder können vom Smartphone verwendet werden, welche sonstigen Mobilfunkstandards ist es außerdem in der Lage zu nutzen und wie hoch ist der Preis. Des weiteren vergleiche ich noch den jeweils eingebauten Prozessor, sowie den Arbeitsspeicher. Beide Komponenten sind ausschlaggebend für die Leistung eines Smartphones und sind z.B. auch für die Verarbeitung der durch LTE erhaltenen Daten zuständig. Besonders die Anzahl der Prozessorkerne ist entscheidend für die Leistung. Dual- und Quadcore sind dabei Bezeichnung für Prozessoren mit jeweils 2 oder 4 Rechenkernen, die in der Lage sind Prozesse zu verarbeiten. Je besser die im Gerät verbauten Teile sind, desto besser können auch die durch LTE erzielten Vorteile verwendet werden.

Vergleicht man nun alle Smartphones anhand der aufgelisteten Kriterien, so fällt auf, dass das mit bis zu 900 € teuerste unter ihnen, das iPhone 5, nur auf das 1,8 GHz Frequenzband zugreifen kann. Dies bedeutet eine massive Einschränkung bei der Nutzung von LTE. Zum einen kann es nur mit einem bei der Telekom erworbenen Vertrag genutzt werden, da nur diese momentan das 1,8 GHz Band nutzt, und zum anderen verliert es durch das fehlen des 800 MHz Bandes die Möglichkeit, in ländlichen Gebieten vorhandenen LTE Optionen auf 800 MHz Basis zu nutzen. Es ist also für eine Verwendung unter LTE nicht zu empfehlen. Auch sein Prozessor ist mit nur 1 GHz und 2 Kernen der schwächste der aufgelisteten Smartphones. In Sachen LTE besitzen die drei verbleibenden Smartphones, also das Galaxy S3 LTE, das HTC ONE XL mit LTE sowie das LG Optimus LTE, die Fähigkeit auf alle 3 Frequenzbänder zuzugreifen. Außer dem starken Prozessor des Galaxy S3, der mit 1,4 GHz und 4 Kernen der Spitzenreiter unter den vier Smartphones ist, ist es eigentlich nur noch der Preis der in diesem Vergleich einen Unterschied zwischen den Geräten ausmacht. Rein technisch würde das Galaxy S3 einzig aufgrund seiner Leistung das beste der vier Smartphones sein, doch muss dazu gesagt werden, dass ein reiner Vergleich anhand der Stärke in der Nutzung der 4G Technologie nicht getroffen werden sollte.

Die Auswahl eines Smartphones ist für viele Menschen zudem eine persönliche Angelegenheit. Oft geht es nicht mehr um die erbrachte Leistung, sondern mehr um die Tatsache für was das erworbene Produkt steht. So könnte ein Vorzug des iPhone 5 niemals aufgrund dessen technische Eigenschaften gerechtfertigt werden. Eher sind es Faktoren wie das Design und das Image des Herstellers die einen Kauf entscheiden.

## 3.2 Angebote, die durch LTE beeinflusst werden

LTE betrifft nicht nur eine Vielzahl von Endgeräteherstellern. Besonders im Bereich der Medienangebote verspricht es Verbesserung und Zugang für viele, die bisher aufgrund einer schlechten Internetversorgung keinen Zugang zu diesen Diensten besaßen.

### 3.2.1 Von MBMS zu e-MBMS

Wie schon in Kapitel 2.4 beschrieben, handelt es sich bei MBMS um ein point-to-multi-point Verfahren, das entwickelt wurde um Daten und Informationen schnell und effektiv über das Mobilfunknetz zu verteilen. Die Technik wurde zum Einsatz unter UMTS entwickelt, fand jedoch aufgrund mangelnder Bandbreite keine Anwendung in dem damaligen Mobilfunkstandard. Durch die hohe Bandbreite, die nun durch LTE realisiert werden kann, soll MBMS nun eine zweite Chance erhalten. Die alte Idee, MBMS zur Verbreitung von Handy-TV zu nutzen, wird hierbei verworfen, da sich in Folge der Bildung neuer Methoden zur Distribution MBMS als nicht konkurrenzfähig erwiesen hatte. Nun soll es hauptsächlich für die Verteilung von Informationsdiensten genutzt werden, die dann vom Nutzer jederzeit abgerufen werden können. Weiterhin vorhanden ist die Möglichkeit, Informationen nach Wahl über eine (single-cell transmission) oder mehrere Zellen (multi-cell transmission) verbreiten zu lassen, um somit dieses dem angebotenen Material auch eine lokal gebundene Relevanz zukommen zu lassen.

Da es sich bei MBMS um einen für UMTS entwickelten Standard handelte, erhielt dieser in Folge der Aufrüstung zu LTE einen neuen Titel namens e-MBMS wobei das e für enhanced, also verbessert steht. Durch den Einsatz von OFDM bei der Modulation der gesendeten Daten ist es nun möglich Medieninhalte über ein Single Frequency Network zu übertragen. Gemeint ist damit, dass mehrere Zellen das selbe Signal auf einer Frequenz zeitgleich senden. Wie bereits in Kapitel 2.3 erklärt wurde, ist es durch OFDM möglich Daten aus mehreren Quellen gleichzeitig zu empfangen und zu verarbeiten. Solange diese innerhalb des Guardintervalls bei dem Endgerät eintreffen, können die erhaltenen Daten dazu verwendet werden, die durch die Übertragung entstandenen Störungen auszugleichen. Der Empfang über das MBSFN führt also zu einer signifikanten Verbesserung der Übertragung. Dies trifft vor allem auf die empfangenen Daten an Zellenränder zu. Während unter UMTS ein Signal, das am Rande einer Zelle empfangen wurde, von anderen Zellen gestört wurde, wird diese Fehler-

quelle bei LTE komplett entfernt und wandelt sie dadurch zu einer unterstützenden Funktion bei der Vermeidung von Störungen um.<sup>34</sup>

### 3.2.2 HD Video Streams

Immer öfter werden Filme und Serien nicht mehr in Videotheken ausgeliehen oder im Fernsehen geschaut sondern direkt mittels einer Internetverbindung gestreamed. Schon heute bilden über 60% des mobilen Datenverkehrs sich aus Daten aus Videoangeboten.<sup>35</sup> Als Mediastream bezeichnet man das simultane Downloaden und Wiedergeben einer Audio- oder Videodatei. Während das Streamen von Audioclips nur wenig Ressourcen in Anspruch nimmt, sind es vor allem die Videostreams, welche je nach Qualität ein großes Datenvolumen beanspruchen können. Bewältigt werden kann dies nur durch eine ausreichend schnelle Internetverbindung. So empfiehlt z.B. einer der weltweit größte Anbieter von On-Demand Mediastreaming Netflix eine minimale Geschwindigkeit von 5.0 Mbit/s für das Streamen von Videos mit HD Qualität.<sup>36</sup> Kann diese Geschwindigkeit nicht erreicht werden, kommt es zu Störungen. Das Video kann nicht schnell genug geladen werden, wodurch das Abspielen unterbrochen wird. Zwar stellt die benötigte Geschwindigkeit kaum eine Hürde für die heutigen Festnetzanschlüsse dar, doch sind es vor allem die ländlichen Gebiete, die wie schon erwähnt, nicht über so einen Anschluss verfügen. LTE schafft hierbei nun Abhilfe und erlaubt erstmals in vorher schlecht versorgten Gebieten die mögliche Nutzung von Mediastreaming-Angeboten an. Problematisch gestaltet hierbei allerdings die große Menge an Traffic die bei den Nutzung von Streaming-Angeboten entsteht. So werden durch Netflix bestes Qualitätsangebot 2,3 Gigabyte pro Stunde verbraucht, was über 16 Gigabit pro Stunde entspricht.<sup>37</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. o. V. Broadcast and Multicast Service for LTE and Advanced,  
<http://www.4gwirelessjobs.com/userfiles/file/MBMS%20for%20LTE.pdf>, 28.10.2012

<sup>35</sup> Vgl. Cisco, Cisco Systems Inc. San Jose CA, Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010–2015, [http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco\\_VNI\\_Global\\_Mobile\\_Data\\_Traffic\\_Forecast\\_2010\\_2015.pdf](http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco_VNI_Global_Mobile_Data_Traffic_Forecast_2010_2015.pdf) 20.10.2012, Seite 9

<sup>36</sup> Vgl. Netflix Support, Netflix, Internet Connection Speed Recommendations,  
<http://support.netflix.com/en/node/306#gsc.tab=0> 28.10.2012

<sup>37</sup> Vgl. o.V. Netflix, Netflix Lowers Data Usage By 2/3 For Members In Canada, <http://blog.netflix.com/2011/03/netflix-lowers-data-usage-by-23-for.html> , 03.11.2012

(In millions except per share data)	Q3 '11	Q4 '11	Q1 '12	Q2 '12	Q3 '12
<b>Domestic Streaming:</b>					
Net Subscription Additions	-	0.22	1.74	0.53	1.16
Total Subscriptions	21.45	21.67	23.41	23.94	25.10
Paid Subscriptions	20.51	20.15	22.02	22.69	23.80
Revenue	- \$	476	\$ 507	\$ 533	\$ 556
Contribution Profit	- \$	52	\$ 67	\$ 83	\$ 91
Contribution Margin	-	10.9%	13.2%	15.6%	16.4%
<b>International Streaming:</b>					
Net Subscription Additions	0.51	0.38	1.21	0.56	0.69
Total Subscriptions	1.48	1.86	3.07	3.62	4.31
Paid Subscriptions	0.99	1.45	2.41	3.02	3.69
Revenue	\$ 23	\$ 29	\$ 43	\$ 65	\$ 78
Contribution Profit (Loss)	\$ (23)	\$ (60)	\$ (103)	\$ (89)	\$ (92)
<b>Domestic DVD:</b>					
Net Subscription Additions	-	(2.76)	(1.08)	(0.85)	(0.63)
Total Subscriptions	13.93	11.17	10.09	9.24	8.61
Paid Subscriptions	13.81	11.04	9.96	9.15	8.47
Revenue	- \$	370	\$ 320	\$ 291	\$ 271
Contribution Profit	- \$	194	\$ 146	\$ 134	\$ 131
Contribution Margin	-	52.4%	45.6%	46.0%	48.2%
<b>Global:</b>					
Revenue	\$ 822	\$ 876	\$ 870	\$ 889	\$ 905
Net Income (Loss)	\$ 62	\$ 35	\$ (5)	\$ 6	\$ 8
EPS	\$ 1.16	\$ 0.64	\$ (0.08)	\$ 0.11	\$ 0.13
<b>Free Cash Flow</b>	\$ 14	\$ 34	\$ 2	\$ 11	\$ (20)
<b>Shares (FD)</b>	53.9	55.4	55.5	58.8	58.7

Abbildung 20: Netflix Einnahmen Q3'11 bis Q3'12

Wie populär das Streamen von Videos geworden ist, zeigen vor allem die Nutzerzahlen. Mit 30 Millionen aktiven Nutzern weltweit und über 2 Milliarden Dollar Umsatz im Jahr durch Streamingangebote verdeutlicht Netflix die Relevanz von Onlinestreaming im Gegensatz zu alten Methoden wie z.B. dem DVD-Verleih. Abbildung 20 zeigt die erzielten Umsätze von Netflix vom 3. Quartal 2011 bis zum 3. Quartal 2012. Auffällig sind dabei die zunehmend sinkenden Einnahmen im DVD-Verleih und wachsende Einnahmen im Bereich Streaming. Es bleibt abzuwarten ob der DVD-Verleih über kurz oder lang nicht vielleicht sogar komplett durch das Streamingangebot ersetzt wird.

### 3.2.3 Online Games

Genau wie das Onlinestreaming benötigen auch Computerspiele, die über eine Onlinefunktion verfügen, einen Internetzugang. Die benötigte Geschwindigkeit ist von Spiel zu Spiel unterschiedlich. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, das sogenannte Browsergames, deren komplette Visualisierung über einen Internetbrowser geschieht,

weniger Leistung in Anspruch nehmen als Grafisch anspruchsvolle Onlinespiele wie z.B. die neuesten First Person Shooter oder MMORPGs.



Abbildung 21: Eine Szene aus dem Browsergame Farmville



Abbildung 22: Eine Szene aus dem First-Person Shooter Battlefield 3

Bei dem in Abbildung 21 gezeigtem Spiel handelt es sich Farmville, einem Browser-spiel, das wenig Datenverkehr in Anspruch nimmt und somit kaum von einer langsamen Internetverbindung beeinträchtigt wird. Abbildung 22 zeigt den First Person Shooter Battlefield 3. Einem grafisch aufwendigen Multiplayerspiel bei dem bis zu 40 Spieler gleichzeitig gegeneinander antreten. Während Aktionen bei Farmville keine präzisen und zeitgenauen Eingaben benötigen, sind diese bei Battlefield 3 und vergleichbaren Titeln ein wichtiger Teil des Spielgeschehens.



In vielen Onlinegames ist eine schnelle Internetverbindung ausschlaggebend für die Qualität des Spielerlebnisses. Erfüllt die Verbindung nicht einen gewissen Standard kommt es zu Störungen und Ausfällen. Sogenannte Lags lassen den Spieler sekundenlang an einer Position verharren und Fehler im Datenabgleich mit anderen Spielern führen zum Verbindungsverlust.<sup>38</sup>

Durch die Einführung von LTE verbessert sich nicht nur das Spielerlebnis, es ermöglicht auch neuen Spielern einen Zugang zu Spielen, die sie aufgrund einer schlechten Internetverbindung vorher nicht spielen konnten. All dies jedoch unter dem Vorbehalt, dass das von den Mobilfunkanbietern bereitgestellt Datenvolumen nicht überschritten wird. Wird das Volumen überschritten, sinkt die verfügbare Leistung meist auf den UMTS Standard, in manchen Fällen sogar noch niedriger, wodurch wieder das Spielerlebnis stark beeinflusst wird, bzw. das Spiel aufgrund der schlechten Downloadrate unspielbar wird. So verursacht z.B. das Spiel Battlefield 3 einen Traffic von 14.2 MB in 20 Minuten.<sup>39</sup> Im Durchschnitt verbringen Gamer 13 Stunden pro Woche mit Videospielen wie eine Studie der NPD Group 2010 ergab.<sup>40</sup> Für einen Gamer der ausschließlich Battlefield 3 Spielen würde, würden dabei innerhalb eines Monats dabei ca. 2,2 GB Traffic generiert werden. Verglichen mit den später in Kapitel 6. vorgestellten Datenvolumen der Mobilfunkanbieter wird klar, das LTE für eine Dauerbelastung durch Videospiele ausgelegt ist. Der Bericht der NPD Group spricht außerdem von einer kleinen Menge Gamer, die 48,5 Stunden pro Woche mit Videospielen verbringen.<sup>41</sup>

### 3.2.4 Cloud Computing

Cloudcomputing bezeichnet ein Verfahren, bei dem Daten nicht auf einem Endgerät, wie Handy oder Computer, sondern online auf Servern abgespeichert werden. Die gespeicherten Daten sind dann theoretisch jederzeit und mit jedem kompatiblen Gerät abrufbar. So könnte ein Fotograf z.B. seine gemachten Fotos mittels seines PC in die Cloud hochladen und sie dann später mit seinem Smartphone abrufen um sie anderen zu zeigen. Um die gespeicherten Daten abzurufen benötigt es natürlich einer Internet-

38 Vgl. o.V. 4G.de, Game over dank LTE? Games und Downloads vs. LTE..., <http://www.4g.de/2012/02/28/game-over-dank-lte-games-downloads-lte/>, 20.10.2012

39 Vgl. Nic Simmonds, mygaming.co.za, How much data does playing Battlefield 3 online consume?, <http://mygaming.co.za/news/features/15417-battlefield-3-pc-bandwidth-usage.html>, 3.11.2012

40 Vgl. o.V. NPD Group, Extreme Gamers spend two full days playing videogames, [https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/pr\\_100527b!ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSzPy8xBz9CP0os3g3b1NTS98QY0P3EHNzA0-PAE9XT0Mf11djl\\_1l\\_Shz3PLG-gXZgYoAw6ntWQ!!/](https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/pr_100527b!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSzPy8xBz9CP0os3g3b1NTS98QY0P3EHNzA0-PAE9XT0Mf11djl_1l_Shz3PLG-gXZgYoAw6ntWQ!!/), 03.11.2012

41 Vgl. ebd.

verbindung und auch hier entscheidet die Leistung dieser Verbindung wieder über den Nutzen dieser Technologie. Hinzu kommt dann noch die vom Anbieter zugelassene Down- und Uploadraten die im Falle der Telekom Cloud maximal 50 Mbit/s im Down- und 10 Mbit/s im Upload betragen.



Abbildung 23: Werbebild zur Telekom Cloud

Wie wichtig die Übertragungsrate bei der Nutzung einer Cloud ist, verdeutlicht folgendes Beispiel. Ein Nutzer benutzt seinen PC um ein Video auf die Cloud zu laden. Das Video ist 1 Gigabit groß und wird dank eines Breitbandinternetanschlusses mit den vollen 10 Mbit/s hochgeladen. Der Upload dauert somit ca. 1 Minute und 40 Sekunden. Später möchte er das selbe Video andernorts mit seinem Smartphone herunterladen um es Bekannten zu zeigen. Mittels einer 3G Verbindung erreicht er eine mögliche Downloadgeschwindigkeit von ca. 20 Mbit/s. Störungen und Netzauslastung vermindern diese Geschwindigkeit jedoch so, dass ihm am Ende nur noch 2 Mbit/s zur Verfügung stehen. Der Download der Datei würde nun also ca. 8 Minuten und 20 Sekunden dauern, eine Zeitspanne, die schnell als störend empfunden werden kann. Unter der Verwendung von LTE wäre diese Aufgabe viel schneller zu bewältigen. Zwar ist auch LTE von der Netzauslastung betroffen, doch ist es bekanntlich weitaus resistenter gegen Störung und erreicht in unserem Beispiel somit 25 Mbit/s. In diesem Fall dauert der Download nur noch geschätzte 40 Sekunden.

Bei den im Beispiel erwähnten Downloadraten handelt es sich zwar nur um geschätzte Werte, das Beispiel dient jedoch vor allem dazu hier ein Verständnis für die Unterschiede der alten und neuen Netztechnologie beim Datentransfer zu geben. Für Cloud-computing bedeutet LTE eine Leistungssteigerung und erhöhten Komfort. Daten können nicht nur schneller, sondern auch in immer mehr vorher nicht mit Breitband versorgten Gebieten abgerufen und genutzt werden.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Vgl. promedia., Interview mit Bruno Jacobfeuerborn, Cloud Computing schafft mehr Mobilität. Interview mit Bruno Jacobfeuerborn, Geschäftsführer Technik Telekom Deutschland GmbH, promedia Juni 2012, <http://www.goldmedia.com/blog/2012/06/cloud-computing-schafft-mehr-mobilitat-interview-mit-bruno-jacobfeuerborn-geschäftsführer-technik-telekom-deutschland-gmbh-promedia-juni-2012/>, 25.10.2012

## 4. Einschränkungen bei der Nutzung von LTE und deren Lösung

Jede Entwicklung bringt auch neue Probleme mit sich. Im Falle von LTE treten diese in mehreren Kategorien auf und wirken sich unterschiedlich auf z.B Empfangsgeräte oder die Verwendung verschiedener Dienste aus. Im folgenden Kapitel werde ich einige dieser Probleme erläutern und anschließend Lösungsvorschläge für dieses Probleme aufzeigen.

### 4.1 Frequenzbandstörungen im 800 MHz Bereich

Infolge der Digitalen Dividende kam es zu der Befürchtung, dass die Vergabe der 800MHz Frequenz an LTE zu Störungen in naheliegenden Frequenzbändern führen könnten. Besonders betroffen sind dabei der Empfang von DVB-T, nahe des 790 mHz Bereiches, aber auch alte auf Funk basierende Systeme, wie schnurlose Mikrofone, welchen bis 2015 befristet die Bereiche von 790 – 814 mHz und 838 - 862 mHz zugeteilt worden sind. Die durch die Netzbetreiber weiträumig errichteten Sendemasten zur Betreibung des 800MHz LTE Frequenzbandes, sowie jegliche Endgeräte, die dieses Frequenzband nutzen, wurden somit zu möglichen Störquellen für den Empfang von DVB-T und schnurlosen Mikrofonen. Grade die Störung des DVB-T Empfangs gestaltet sich als ein ernstzunehmendes Problem. Laut der 2010 verfassten statistischen Erhebung der ALM nutzen 11,1 Prozent der Fernsehhaushalte DVB-T, was eine Zahl von ca. 4,2 Mio. potentielle Betroffenen ergibt.<sup>43</sup>

Besonders kritisch bewertet wird die Direkteinstrahlung in einen DVB-T Receiver. Hierbei handelt es sich um direkt im Receiver verursachte Störung durch LTE-Endgeräte. Als kritisch eingestuft wird dieses Problem, da es nicht möglich ist, die Störfestigkeit eines Receivers nachträglich zu verbessern. Ebenso führte auch der Einsatz von Filtern zur Behebung des Problems zu keinem Erfolg. Ermittelt wurde dieses Ergebnis in Folge einer Studie der Bundesnetzagentur. Sie führte im Testzentrum in Kolberg eine Untersuchung unter Laborbedingungen durch, bei der 15 DVB-C Endgeräte auf ihrer Einstrahlstörfestigkeit überprüft wurden. Als Prüfsignal diente dabei ein synthetisch

---

<sup>43</sup> Vgl. Ronald Kretzschman, Information der Technischen Abteilung, Bewertung der Beeinträchtigung des DVB-T-Empfangs durch LTE Funksysteme, Landesanstalt für Kommunikation, Baden-Württemberg, 04.03.2011, Seite 5

erzeugtes LTE-Mobilfunksignal. Aufgrund der Ähnlichkeit zu DVB-T lässt diese Studie den Schluss zu, dass die erzielten Ergebnisse als Annäherungsbeispiel für Störfälle im DVB-T Empfang genutzt werden können. Die Messungen ergaben, dass Störungen in einem Umfeld von bis zu 400 Metern vom Sendestandort aus gemessen werden konnten.<sup>44</sup>

Doch welche Maßnahmen können nun ergriffen werden um eine Störung zu vermeiden? Wie schon gesagt ist eine Nachrüstung von bestehenden Geräten meist nicht durchführbar und so bleibt den Betroffenen oft nur der Erwerb eines neuen Gerätes als Lösung ihres Problems. In verschiedenen Fällen kann eine betroffene Person sogar einen juristischen Anspruch auf beeinträchtigungsfreien Empfang erheben. Solch einen Anspruch geltend zu machen verlangt, dass die Schuld der Störung klar dem Netzbetreiber zur Last gelegt werden kann und dass das gestörte Gerät alle verlangten Normen erfüllt. Der Netzbetreiber ist in keinem Fall verpflichtet ein minderwertiges oder beschädigtes Gerät zu ersetzen, sondern nur jene, die die von der Bundesnetzagentur festgelegten Mindestempfangsvoraussetzungen erfüllen.<sup>45</sup>

## 4.2 Technische Probleme bei mobilen Geräten

Neue Technik bedeutet auch immer neue Probleme bei deren Anwendung. Eines dieser Probleme findet sich bei der Nutzung von LTE mittels mobiler Endgeräte, aber vor allem bei Smartphones. Die für den Empfang und das Senden von LTE-Signalen benötigte Technologie müssen zusätzlich zu den bereits bestehenden Empfangsmöglichkeiten in das Smartphone eingebaut werden. Während das zunehmende Gewicht und der benötigte Freiraum im Gerät selbst kaum ein Problem darstellen, ist es der zusätzlich Stromverbrauch beim Einsatz von LTE, der die Entwickler von Smartphones vor eine sprichwörtliche Hürde stellte. Das genannte Problem entsteht bei der gleichzeitigen Nutzung von LTE und UMTS, in dessen Folge die Betriebszeit des Gerätes sinkt. Der Grund für diese doppelte Nutzung ist das Fehlen eines Sprachdienstes in LTE was in Kapitel 4.3 erläutert wird. LTE wurde grundsätzlich für den Datentransfer entwickelt und muss somit auf andere Technologien zur Telefonie zurückgreifen. Setzt das Endgerät

---

<sup>44</sup> Vgl. Ronald Kretzschman, Information der Technischen Abteilung, Bewertung der Beeinträchtigung des DVB-T-Empfangs durch LTE Funkssysteme, Landesanstalt für Kommunikation, Baden-Württemberg, 04.03.2011, Seite 26

<sup>45</sup> Vgl. Ronald Kretzschman, Information der Technischen Abteilung, Bewertung der Beeinträchtigung des DVB-T-Empfangs durch LTE Funkssysteme, Landesanstalt für Kommunikation, Baden-Württemberg, 04.03.2011, Seite 12 - 13

beide Funktionen ein, sinkt damit die Betriebszeit des Akkus, wodurch dieser öfter als sonst aufgeladen werden muss.<sup>46</sup>

Um dieses Problem zu lösen werden LTE-fähige Geräte mit einem Schlafmodus, der Discontinous Reception genannt wird, ausgestattet. Dieser bewirkt, dass die LTE-Komponente nicht eingeschaltet wird, solange dieses nicht gebraucht wird. Die Aktivierung und Deaktivierung verläuft dabei so schnell, dass für den Nutzer keine merkliche Zeitverzögerung beim Einsatz von LTE entsteht. Ob und wann LTE benötigt wird, entscheidet das Endgerät anhand festgelegter Kriterien wie z.B. der benötigten Datentransferleistung selbst.<sup>47</sup> Eine weitere Lösung für das Problem stellt die Entwicklung neuer und leistungstärkerer Akkus dar. Ein Beispiel hierfür wäre der sich in der Entwicklung befindliche Lithium-Schwefel Akkumulator von BASF, welcher eine 2-4 mal höhere Speicherkapazität als bisher gebräuchliche Akkus aufweisen soll. Ein weiterer experimenteller Akku ist der Zinn-Schwefel-Lithium Akkumulator. Er soll sogar eine bis zu 10 mal höhere Leistung besitzen. Beide Akkus befinden sich, wie gesagt, noch in der Entwicklungsphase und BASF selbst rechnet erst 2017 mit dem Erscheinen einer neuen Generation von Akkus.<sup>48</sup>

### 4.3 Das Fehlen von Sprachdiensten

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei LTE um einen Mobilfunkstandard, der für das Übertragen und Empfangen von Daten entwickelt wurde. Die mobile Sprachtelefonie ist jedoch im Standard der 3GPP nicht vorgesehen und fehlt somit. Das hat zur Konsequenz, dass Endgeräte, die LTE nutzen, momentan noch auf andere Techniken zurück

---

<sup>46</sup> Vgl. Alexander Kuch, [teltarif.de](http://www.teltarif.de), Parallelbetrieb von LTE und UMTS strapaziert Smartphone-Akku, <http://www.teltarif.de/lte-stromverbrauch-akku-parallelbetrieb/news/46126.html>, 20.10.2012

<sup>47</sup> Vgl. o.V. Althos, <http://www.wirelessdictionary.com/Wireless-Dictionary-Discontinuous-Reception-Drx-Definition.html>, 03.11.2012

<sup>48</sup> Vgl. Bruno Scrosati, [www.chemie.de](http://www.chemie.de) A High-Performance Polymer Tin Sulfur Lithium Ion Battery, <http://www.chemie.de/news/114837/staerker-langlebiger-und-sicherer-zinn-schwefel-lithiumionen-akku-als-alternative-zu-konventionellen-lithium-akkus.html> 20.10.2012

greifen müssen um Sprachdienste zu ermöglichen. Einen einheitlichen Standard für Telefonie über LTE wird es laut Meinungen von Experten frühestens Ende 2013 geben.

49

Zurzeit wird ein Großteil der Telefondienste von LTE-Geräten mittels des Circuit-Switched-Fallback bewältigt. Hierbei wird die vom Netzbetreiber angebotene LTE-Leitung ausschließlich zur Datenübertragung genutzt. Das Telefonieren wird weiterhin mittels etablierter Standards wie GSM oder UMTS bewältigt, je nachdem welches Netz für die Kommunikation zur Verfügung steht. Durch das ständige Wechseln kommt es bei der Erstellung einer Verbindung zu Wartezeiten, da das Gerät zuerst eine nutzbare Zelle suchen muss, um eine Telefonverbindung zu ermöglichen. Die Verwendung dieser Lösung wird von der NGMN Alliance nur zur zeitweisen Überbrückung empfohlen, da Endgeräte in diesem Fall weiterhin nur die alte Netzabdeckung nutzen können und nicht von der von LTE verbesserten Netzabdeckung profitieren können.<sup>50</sup>

Eine weitere Lösung für dieses Problem stellen die Over-the-Top Methoden da. Als solche bezeichnet man bereits vorhandene Dienste wie z.B. Skype oder Google Talk. Diese Programme ermöglichen die Telefonie über einen eigenen Client und können bereits von fast allen Smartphones verwendet werden und genutzt wird dabei nur die Datenverbindung. Diese Programme haben sich bereits als kostengünstige Alternative zur Festnetztelefonie erwiesen, da bestehende Datenleitungen oft mit einer Flatrate versehen sind und das Telefonieren somit praktisch kein Geld kostet. Einziger Nachteil dieses Verfahrens ist die fehlende Unterstützung einer Handover-Funktion. Ohne sie geht die Verbindung beim Verlassen einer Zelle verloren, was eine mobile Kommunikation als schwierig gestaltet.<sup>51</sup>

Das für die Zukunft favorisierte System stellen jedoch IMS (IP-Multimedia-Subsystem) basierende Sprachdienste da. Hierbei soll LTE als Vermittler zwischen externen Diensten fungieren und diese mittels des SIP (Session-Initiation-Protocol) vereinheitlichen. Diese Architektur hat viele Befürworter die sich 2010 in der Initiative „Voice-over-LTE“ auf Minimalanforderungen bei der Gestaltung eines solchen Systems geeinigt haben. Unter diesen Anforderungen befanden sich auch Angaben zur gewünschten Qualität, dem Verfahren beim Handover und dem Roaming.<sup>52</sup>

49 Vgl. Bernd Müller, funkschau, LTE und die Voice-Herausforderung, [http://www.funkschau.de/telekommunikation/know-how/article/90184/0/LTE\\_und\\_die\\_Voice-Herausforderung/](http://www.funkschau.de/telekommunikation/know-how/article/90184/0/LTE_und_die_Voice-Herausforderung/), 20.10.2012

50 Vgl. ebd

51 Vgl. Haas, Walter, Funkschau, Ausgabe 22/2011, Der Alleskönner, Gestatten: LTE, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe, Seite 17

52 Vgl. Haas, Walter, Funkschau, Ausgabe 22/2011, Der Alleskönner, Gestatten: LTE, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe, Seite 17

## 4.4 Verträge mit niedrigem Datenvolumen

Ein besonderes Problem für die LTE-Nutzung stellen die vertraglich festgelegten maximalen Datenbeträge bei der Nutzung von LTE dar. So sind Verträge mit einem Limit von bis zu 4 Gigabyte monatlich versehen<sup>53</sup>, wie es z.B. bei der Telekom der Fall ist, bei dessen Überschreitung ein Abstufung auf langsamere Standards wie UMTS oder GSM erfolgt. Wie schnell dieses Limit erreicht werden kann zeigt sich schon in Anbetracht der hohen Datenmenge die sich beim Streamen eines HD-Videos anhäuft. Es ist ein Problem das jeden Aspekt der Onlinenutzung betrifft. Vom Gaming, über das Streamen bis hin zum Cloudcomputing. Alle diese Dienste verlieren einen Großteil ihres Nutzen sobald die Übertragungsgeschwindigkeit sinkt. Näheres zu den einzelnen Verträgen der Mobilfunkanbieter und den damit verbundenen Datenlimits erläutere ich in Kapitel 6, in dem verschiedene Vertragsmöglichkeiten aufgelistet und verglichen werden.

Eine Lösung des Problems kann nur durch den Ausbau des LTE Netzes und der Verdichtung von Zellen entstehen. Die Mobilfunkanbieter sind gezwungen, das Datenvolumen zu beschränken, da es sonst zu einer Überlastung einzelner Zellen kommen kann. Vor allem versierte Internetnutzer sind in der Lage dieses Volumen problemlos um das Zehnfache zu überschreiten, was durch eine kombinierte Nutzung von Videoangeboten, Downloadportalen, sowie Onlinegames geschieht. LTE verliert somit gerade für diese Nutzer stark an Attraktivität und wird höchstens als ergänzende Möglichkeit bei der Verwendung von mobilen Endgeräten gesehen.<sup>54</sup>

## 5. Prognosen für die Entwicklung der mobilen Internetnutzung

Der Zuwachs an Datentransfer und mobiler Internetnutzer wächst stetig. Wie hoch dieses Wachstum ist, geht aus einer 2011 von Cisco veröffentlichten Vorschau hervor, die die Entwicklungen und Auswirkungen des raschen Wachstums veranschaulicht. Die

<sup>53</sup> Vgl. [www.telekom.de](http://www.telekom.de), LTE-Vertragsangebote, [http://www.t-mobile.de/samsung-galaxy-s3/0,24024,27057-\\_,00.html](http://www.t-mobile.de/samsung-galaxy-s3/0,24024,27057-_,00.html) 20.10.2012

<sup>54</sup> Vgl. o.V. Test.de, LTE-Datenfunk: Das Turobonetz im Praxistest, <http://www.test.de/LTE-Datenfunk-Das-Turbonetz-im-Praxistest-4422151-0/>, 20.10.2012

Vorschau behandelt dabei die Entwicklung in den Jahren 2009 bis 2011, erstellte Prognosen für die Jahre 2012 bis 2015 und macht klar, wie wichtig die Entwicklung neuer Mobilfunkstandards, wie LTE, für die Bewältigung der Massenversorgung mit einem

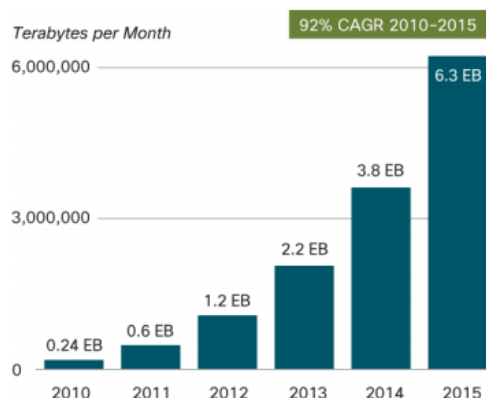


Abbildung 24: Prognosen zum mobilen Datenvolumen

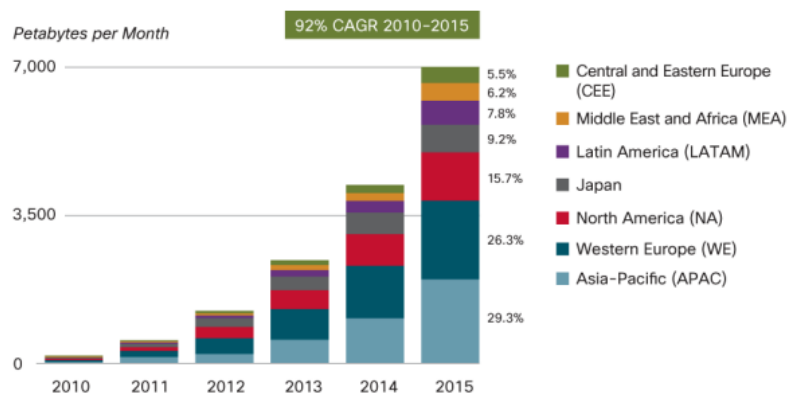


Abbildung 25: Anteile von Gebiete am gesamten Datenvolumen



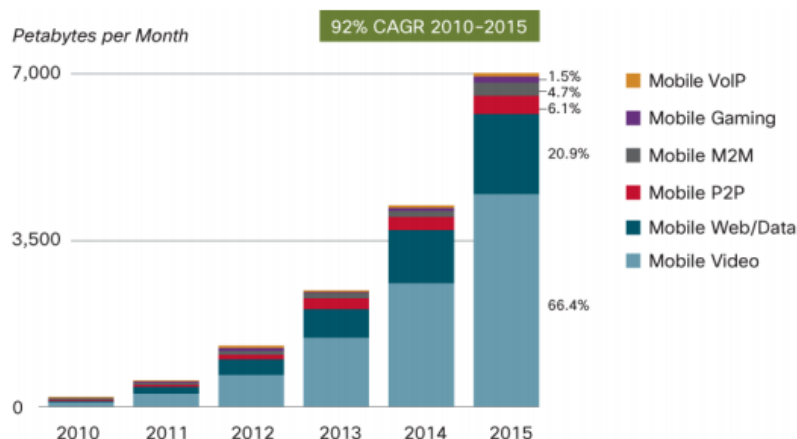


Abbildung 26: Quellen des mobilen Datenvolumens

Wie in Abbildung 24 zu sehen ist, prognostiziert Cisco einen starken Zuwachs im monatlichen Datenverkehr. Während dieser von 2012 bis 2015 um das 5-fache auf 6,3 Terrabyte zunehmen wird, zeigen Abbildung 25 und 26 welche Gebiete diesen Verkehr

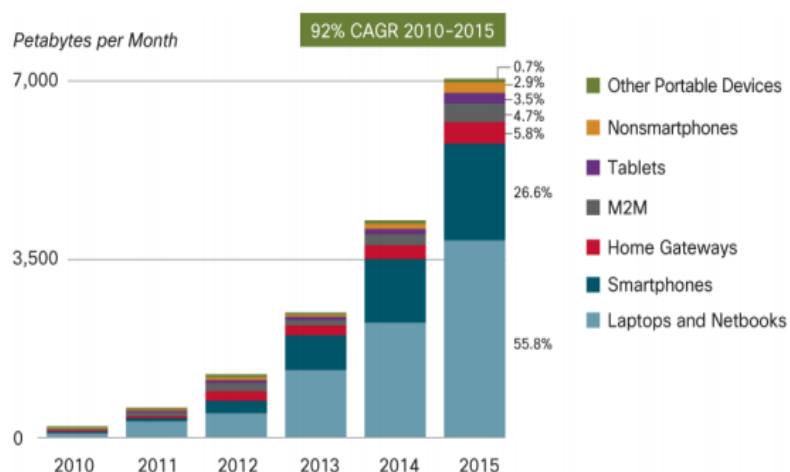


Abbildung 27: Endgeräte und ihr Anteil am mobilen Datenvolumen

verursachen und für welche Zwecke er genutzt wird. Besonders der hohe Anteil an Videodaten von 66,4% macht deutlich, wo der Fokus für die Bereitstellung von mobilen Internetverbindung liegen wird. Immer mehr Nutzer werden eine schnelle mobile Verbindung mit einem hohen maximalen oder sogar unbegrenzten Datenvolumen benötigen. Abbildung 26 zeigt nun noch einmal auf, welche Geräte hauptsächlich für die Generierung des mobile Traffics verantwortlich sind. Mit 55,8% sollen Laptops 2015 den größten Anteil einnehmen, gefolgt von Smartphones mit 26,6%.<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Vgl. Cisco, Cisco Systems Inc. San Jose CA, Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010–2015, [http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco\\_VNI\\_Global\\_Mobile\\_Data\\_Traffic\\_Forecast\\_2010\\_2015.pdf](http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco_VNI_Global_Mobile_Data_Traffic_Forecast_2010_2015.pdf) 20.10.2012, Seite 6

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Global</b>	13,976,859	31,860,295	78,855,662	188,375,368	487,426,725	788,324,804
<b>Asia Pacific</b>	2,448,932	6,768,196	20,543,294	67,012,433	240,350,642	420,277,951
<b>Latin America</b>	1,329,853	4,040,217	12,720,259	26,665,349	49,199,321	71,548,055
<b>North America</b>	2,615,787	4,218,310	6,550,322	14,257,565	38,783,886	55,646,710
<b>Western Europe</b>	5,237,113	10,348,319	21,163,143	33,524,429	58,670,609	83,364,841
<b>Japan</b>	441,060	1,021,441	3,322,664	10,780,236	21,462,108	31,876,998
<b>Central and Eastern Europe</b>	1,156,893	3,140,746	8,252,679	20,303,462	38,480,441	58,717,045
<b>Middle East and Africa</b>	747,221	2,323,065	6,303,302	15,831,895	40,479,719	66,893,204

Abbildung 28: Anzahl der Mobile Internetnutzer

Besonders beeindruckend ist die für 2015 geschätzte Anzahl an Nutzern des mobilen Internets in Abbildung 28. Mit fast 790 Millionen Nutzern wird sich diese Zahl im Vergleich zu 2012 verzehnfachen. Ein Zuwachs, der vor allem durch die Entwicklungen im Asiatischen Raum verursacht wird. Grund dafür ist die besonders hohe Bevölkerungsdichte, die vom Ausbau des mobilen Netzes profitieren kann.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR 2010-2015
<b>Global</b>								
Global speed: All handsets	101	215	359	584	934	1,465	2,220	60%
Global speed: Smartphones	614	1,038	1,443	1,953	2,608	3,424	4,404	34%
<b>By Region</b>								
Asia Pacific	37	74	115	188	328	584	984	68%
Latin America	13	50	103	206	402	744	1,260	91%
North America	376	707	1,071	1,556	2,198	2,996	3,994	41%
Western Europe	151	444	932	1,696	2,708	3,919	5,336	64%
Japan	769	1,394	2,009	2,631	3,353	4,282	5,509	32%
Central and Eastern Europe	43	117	246	499	955	1,704	2,786	89%
Middle East and Africa	13	59	141	309	620	1,142	1,948	101%
<b>By Country</b>								
Australia	413	953	1,397	1,967	2,674	3,556	4,649	37%
Brazil	26	74	145	275	508	895	1,458	82%
Canada	216	683	1,217	1,931	2,860	4,109	5,680	53%
China	13	50	99	208	428	816	1,384	94%
France	111	530	1,307	2,516	3,992	5,662	7,510	70%
Germany	61	306	730	1,462	2,486	3,668	4,929	74%
India	1	19	61	125	262	546	1,037	124%
Italy	158	465	1,073	2,092	3,475	5,142	7,037	72%
Japan	769	1,394	2,009	2,631	3,353	4,282	5,509	32%
Korea	868	1,447	1,950	2,521	3,193	3,981	4,984	28%
Mexico	6	36	80	175	384	822	1,557	112%
New Zealand	352	715	1,355	2,048	2,986	4,213	5,738	52%
Rest of Asia Pacific	24	85	168	321	608	1,103	1,860	85%
Rest of Central and Eastern Europe	56	140	292	577	1,070	1,854	2,966	84%
Rest of Latin America	6	38	79	165	326	598	997	93%
Rest of Middle East and Africa	10	43	105	238	503	977	1,738	110%
Rest of Western Europe	153	353	701	1,245	2,001	2,950	4,077	63%
Russia	20	75	163	356	741	1,422	2,448	101%
South Africa	51	268	655	1,386	2,474	3,842	5,454	83%
U.K.	306	820	1,466	2,338	3,398	4,668	6,155	50%
U.S.	389	709	1,059	1,526	2,143	2,902	3,848	40%

Abbildung 29: Prognose zur Geschwindigkeit für mobile Netzwerkverbindungen

Abschließend wird in Abbildung 29 eine Prognose zur Entwicklung der Geschwindigkeit mobiler Internetverbindungen gezeigt. Cisco verarbeitet in dieser Tabelle mögliche Trends und Entwicklungen, die zu einer unterschiedlichen Verbesserung der Geschwindigkeit führen. So wird sich laut Cisco die Geschwindigkeit in deutschen Mobilnetzen von 2012 bis 2015 um mehr als das 4-Fache erhöhen. Ebenfalls aufgelistet ist das Wachstum von bisher schlecht versorgten Gebieten wie z.B. Indien, in dem die Verbesserung des mobilen Netzes sehr leicht zu erkennen ist. Während man in Indien 2009 noch mit einer Geschwindigkeit von 1 KBit/s arbeiten

musste, soll dieses sich bis 2015 auf mehr als 1 MBit/s erhöhen, eine beeindruckende 1000-fache Leistungssteigerung.

57

Die Abbildungen zeigen, dass das mobile Netz einem exponentiellen Wachstum unterliegt. Eine Verbesserung der Geschwindigkeit führt zu einem Zuwachs der Nutzer, was wiederum zu einer Erhöhung der Netzleistung führen muss. Dieses Verhalten kann sehr gut im asiatischen Raum beobachtet werden, wenn man dort den Leistungszuwachs mit dem Nutzerwachstum vergleicht.

Entwicklungen, wie LTE, stellen dabei also nicht nur einen logischen, sondern vor allem auch notwendigen Schritt in der Bewältigung dar, wenn eine Versorgung garantiert werden soll.

## 6. Angebote und Verträge für LTE

Der Nutzung von LTE geht immer erst ein Vertrag mit einem Mobilfunkanbieter voraus. Wie sehr sich diese Verträge in Preis und Leistung unterscheiden, soll Inhalt dieses Kapitels sein. Im folgenden werden jeweils die Vertragsmöglichkeiten der 3 größten deutschen Mobilfunkanbieter aufgezeigt und dann anschließend verglichen. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf denen für die Nutzung von LTE wichtigen Faktoren wie Datenvolumen und Downloadgeschwindigkeit.

---

57 Vgl. Cisco, Cisco Systems Inc. San Jose CA, Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010–2015, [http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco\\_VNI\\_Global\\_Mobile\\_Data\\_Traffic\\_Forecast\\_2010\\_2015.pdf](http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco_VNI_Global_Mobile_Data_Traffic_Forecast_2010_2015.pdf) 20.10.2012, Seite 13

## 6.1 Telekom

	Complete Mobil S	Complete Mobil M		Complete Mobil L	Complete Mobil XL
		Festnetz	Netzintern		
<b>Surfen</b>					
Datenvolumen	unbegrenzt	unbegrenzt		unbegrenzt	unbegrenzt
HotSpot Flat	inklusive	inklusive		inklusive	inklusive
<b>Telefonieren</b>					
Inklusivminuten in alle dt. Netze	120	120		120	120 (im EU-Ausland) <sup>3)</sup>
Ins Telekom Mobilfunknetz		0,29 €	unbegrenzt	unbegrenzt	
Ins deutsche Festnetz	0,29 €	unbegrenzt	0,29 €		unbegrenzt
In andere dt. Mobilfunknetze		0,29 €		0,29 €	
<b>SMS</b>					
In alle dt. Netze	unbegrenzt	unbegrenzt		unbegrenzt	unbegrenzt
Bereits inklusive	--	--		Internet Telefonie	Internet Telefonie
<b>Monatlicher Grundpreis</b>	statt 39,95 € nur 35,95 € <sup>4)</sup>	statt 49,95 € nur 44,95 € <sup>2/5)</sup>		statt 59,95 € nur 53,95 € <sup>1)</sup>	statt 99,95 € nur 89,95 € <sup>6)</sup>
<b>10% Aktion bis 30.11.2012</b> Nur hier im Online-Shop	24 Monate 10% sparen!	24 Monate 10% sparen!		24 Monate 10% sparen!	24 Monate 10% sparen!
	<a href="#">Tarifdetails</a>	<a href="#">Tarifdetails</a>	<a href="#">Tarifdetails</a>	<a href="#">Tarifdetails</a>	<a href="#">Tarifdetails</a>
<b>TIPP Zubuchbare LTE Option</b>	Speed Option LTE (für Complete Mobil S)	Speed Option LTE (für Complete Mobil M)		Speed Option LTE (für Complete Mobil L)	Speed Option LTE (für Complete Mobil XL)
Highspeed-Volumen insgesamt	600 MB	600 MB		2 GB	4 GB
Geschwindigkeit im Download	bis zu 100 MBit/s	bis zu 100 MBit/s		bis zu 100 MBit/s	bis zu 100 MBit/s
Monatlicher Grundpreis	9,95 €	9,95 €		9,95 €	9,95 €
<b>Aktion</b>	3 Monate kostenlos <sup>7)</sup>	3 Monate kostenlos <sup>7)</sup>		3 Monate kostenlos <sup>7)</sup>	3 Monate kostenlos <sup>7)</sup>
<a href="#">Zur LTE-Technologie</a>	<a href="#">Optionsdetails</a>	<a href="#">Optionsdetails</a>		<a href="#">Optionsdetails</a>	<a href="#">Optionsdetails</a>
Samsung Galaxy S III mit LTE grau	229,95 € <sup>4)</sup> <b>Bestellen</b>	79,95 € <sup>2/5)</sup> <b>Bestellen</b>		1,- € <sup>1)</sup> <b>Bestellen</b>	1,- € <sup>6)</sup> <b>Bestellen</b>
Samsung Galaxy S III blau <input type="button" value="v"/>	199,95 € <sup>4)</sup> <b>Bestellen</b>	49,95 € <sup>2/5)</sup> <b>Bestellen</b>		1,- € <sup>1)</sup> <b>Bestellen</b>	1,- € <sup>6)</sup> <b>Bestellen</b>

Abbildung 30: Tarifverträge der deutschen Telekom zur Nutzung von LTE

Die deutsche Telekom bietet ihren LTE Anschluss in 4 verschiedenen Varianten an, von Complete Mobile S bis XL. Unterschiede in den Auswahlmöglichkeiten stellen die Telefoniekosten, sowie das verfügbare Datenvolumen für die LTE-Nutzung dar. Als Downloadgeschwindigkeit gibt die Telekom bis zu 100 MBit/s an. Es ist jedoch zu erwarten, dass dieser Wert aufgrund von Netzauslastung und Störungen bei der Übertragung nicht realisierbar ist. Außerdem handelt es sich bei einer „bis zu“ Angabe niemals um einen garantierten sondern nur um einen möglichen Wert. Durchaus positiv zu bewerten ist das vergleichsweise recht hohe Datenvolumen im L und XL Paket von jeweils 2 und 4 GB.

## 6.2 Vodafone

Vodafone Red S	Vodafone Red M	Vodafone Red L	Vodafone Red Premium
<b>24,99 €</b> statt 29,99 €	<b>44,99 €</b> statt 49,99 €	<b>74,99 €</b> statt 79,99 €	<b>94,99 €</b> statt 99,99 €
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mit 14,4 Mbit/s bis 200 MB pro Monat flat surfen &amp; mailen</li> <li>✓ SMS-Flat in alle dt. Netze</li> <li>✓ Flat telefonieren ins dt. Vodafone-Netz</li> <li>✓ Flat nach Wahl in ein Mobilfunknetz oder 100 Minuten in alle dt. Netze</li> </ul> <p><b>Servicepaket S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1 Woche</b> im EU-Ausland surfen</li> <li>✓ <b>5 GB</b> Vodafone Cloud inkl.</li> <li>✓ Kostenlose Hotline</li> </ul> <p><b>Aktion:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RealLTE 12 Monate inklusive bei der Wahl eines LTE-Smartphones</li> </ul> <p><b>Ihr Online Vorteil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 24 x 5 Euro Gutschrift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mit 21,6 Mbit/s bis 500 MB pro Monat flat surfen &amp; mailen</li> <li>✓ SMS-Flat in alle dt. Netze</li> <li>✓ Flat telefonieren in alle dt. Netze</li> </ul> <p><b>Servicepaket M</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>2 Wochen</b> im EU-Ausland surfen</li> <li>✓ <b>25 GB</b> Vodafone Cloud inkl.</li> <li>✓ <b>24 Std.</b> Austauschservice</li> <li>✓ Kostenlose Hotline</li> </ul> <p><b>Aktion:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RealLTE 12 Monate inklusive bei der Wahl eines LTE-Smartphones</li> </ul> <p><b>Ihr Online Vorteil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 24 x 5 Euro Gutschrift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mit LTE 50 Mbit/s bis 3 GB pro Monat flat surfen &amp; mailen</li> <li>✓ SMS-Flat in alle dt. Netze</li> <li>✓ Flat telefonieren in alle dt. Netze</li> </ul> <p><b>Servicepaket L</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>4 Wochen</b> im EU-Ausland surfen</li> <li>✓ <b>50 GB</b> Vodafone Cloud inkl.</li> <li>✓ <b>24 Std.</b> Austauschservice</li> <li>✓ <b>VIP Hotline</b></li> </ul> <p><b>Ihr Online Vorteil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 24 x 5 Euro Gutschrift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mit LTE 50 Mbit/s bis 10 GB pro Monat flat surfen &amp; mailen</li> <li>✓ SMS-Flat in alle dt. Netze</li> <li>✓ Flat telefonieren in alle dt. Netze</li> </ul> <p><b>Servicepaket Premium</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>4 Wochen</b> weltweit surfen</li> <li>✓ <b>250 Min./SMS</b> im EU-Ausland</li> <li>✓ <b>50 GB</b> Vodafone Cloud inkl.</li> <li>✓ <b>24 Std.</b> Austauschservice</li> <li>✓ <b>Premium Hotline</b></li> </ul> <p><b>Ihr Online Vorteil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 24 x 5 Euro Gutschrift</li> </ul>
<b>24,99 €</b> statt 29,99 € monatlich	<b>44,99 €</b> statt 49,99 € monatlich	<b>74,99 €</b> statt 79,99 € monatlich	<b>94,99 €</b> statt 99,99 € monatlich
Aufpreis je nach gewählter Hardware	Aufpreis je nach gewählter Hardware	Aufpreis je nach gewählter Hardware	Aufpreis je nach gewählter Hardware
Mindestlaufzeit 24 Monat(e)	Mindestlaufzeit 24 Monat(e)	Mindestlaufzeit 24 Monat(e)	Mindestlaufzeit 24 Monat(e)
zzgl. 29,99 € einmaliger Anschlusspreis	zzgl. 29,99 € einmaliger Anschlusspreis	zzgl. 29,99 € einmaliger Anschlusspreis	zzgl. 29,99 € einmaliger Anschlusspreis

Abbildung 31: Tarifverträge von Vodafone zur Nutzung von LTE

Genau wie die Telekom besteht auch bei Vodafone die Möglichkeit zwischen diversen Verträgen mit unterschiedlichen Datenvolumen zu wählen. Die Downloadrate wird mit bis zu maximal 50 MBit/s angegeben, wobei es sich allerdings auch wieder nur um einen maximal erreichbaren Wert und nicht die zu erwartende Geschwindigkeit handelt. Das Datenvolumen fällt mit maximal 10 GB vergleichsweise hoch aus. Des weiteren informiert Vodafone darüber, dass bei Überschreitung des Datenvolumens eine Drosslung der Geschwindigkeit auf 64 KBit/s stattfindet.

## 6.3 O2

	O <sub>2</sub> Blue L <sup>1</sup>	O <sub>2</sub> Blue M <sup>1</sup>
Gespräche ins dt. O <sub>2</sub> Mobilfunknetz	unbegrenzt	unbegrenzt
Gespräche ins dt. Festnetz	unbegrenzt	unbegrenzt
Gespräche in andere dt. Mobilfunknetze	unbegrenzt	unbegrenzt
SMS in alle dt. Mobilfunknetze	unbegrenzt	SMS-Flatrate
Surf-Flatrate	inklusive bis zu 21,1 Mbit/s, ab 2 GB bis zu 64 kbit/s	inklusive bis zu 7,2 Mbit/s, ab 500 MB bis zu 64 kbit/s
Surf-Geschwindigkeit		
LTE 4g-fähig	✓	✓
Surfen im Ausland	30 Tage in der EU surfen inklusive	
Tethering ⓘ	✓	
Roaming: Telefonieren im Ausland	Reise-Option Telefonie/SMS <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.	Reise-Option Telefonie/SMS <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.
Roaming: Im Ausland mobil surfen	Smartphone Day Pack EU <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.	Smartphone Day Pack EU <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.
Multicard (bis zu 3 SIM-Karten)	optional	optional
Feste Vertragslaufzeit	24 Monate	24 Monate
Monatliche Grundgebühr	44,99 (ab dem 13. Monat 49,99)	35,99 (ab dem 13. Monat 39,99)
Anschlusspreis	0,00 (statt 29,99) <sup>2</sup>	0,00 (statt 29,99) <sup>2</sup>
Versandkosten	0,00 (statt 3,95) <sup>2</sup>	0,00 (statt 3,95) <sup>2</sup>

	O <sub>2</sub> Blue S <sup>1</sup>	O <sub>2</sub> Blue XS <sup>1</sup>
Gespräche ins dt. O <sub>2</sub> Mobilfunknetz	unbegrenzt	unbegrenzt
Gespräche ins dt. Festnetz	unbegrenzt	50 Inklusiv-Minuten Preis pro Folgeminute: 0,29
Gespräche in andere dt. Mobilfunknetze	100 Inklusiv-Minuten Preis pro Folgeminute: 0,29	
SMS in alle dt. Mobilfunknetze	100 Inklusiv-SMS Preis pro Folge-SMS: 0,19	50 Frei-SMS Preis pro Folge-SMS: 0,19
Surf-Flatrate	inklusive bis zu 7,2 Mbit/s, ab 300 MB bis zu 64 kbit/s	inklusive bis zu 7,2 Mbit/s, ab 50 MB bis zu 64 kbit/s
Surf-Geschwindigkeit		
Tethering ⓘ	✓	✓
Roaming: Telefonieren im Ausland	Reise-Option Telefonie/SMS <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.	Reise-Option Telefonie/SMS <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.
Roaming: Im Ausland mobil surfen	Smartphone Day Pack EU <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.	Smartphone Day Pack EU <a href="#">Details</a> Weitere Roamingoptionen unter „Mein O <sub>2</sub> “ optional.
Multicard (bis zu 3 SIM-Karten)	optional	optional
Vertragslaufzeit	24 Monate	24 Monate
Monatliche Grundgebühr	22,49 (ab dem 13. Monat 24,99)	9,99
Anschlusspreis	0,00 (statt 29,99) <sup>2</sup>	0,00 (statt 29,99) <sup>2</sup>
Versandkosten	0,00 (statt 3,95) <sup>2</sup>	0,00 (statt 3,95) <sup>2</sup>

Abbildung 32: Tarifverträge von O2 zur Nutzung von LTE

Bei den in Abbildung 32 gezeigten Angeboten von O2 fällt auf, dass die Downloadgeschwindigkeit in allen 4 Tarifen recht gering im Vergleich zur Konkurrenz sind. Besonders verwunderlich ist aber das im Tarif O2 Blue XS angebotene Datenvolumen von 50 MB, das bei der verfügbaren Geschwindigkeit von 7,2 MBit/s bereits nach 7 Sekunden aufgebraucht ist. Wie auch bei Vodafone sinkt nach dem Verbrauch des Datenvolumens die Downloadgeschwindigkeit auf 64 KBit/s.

## 6.4 Vergleich der Angebote

Vergleicht man nun alle Angebote der Mobilfunkanbieter miteinander und versucht das Angebot mit dem besten Preis/Leistungsverhältnis für den Gebrauch von LTE unter ihnen auszumachen, scheint sich Vodafone als Gewinner zu etablieren. Keiner der anderen Anbieter bietet ein vergleichbar starkes Paket wie das von Vodafone angebotene „Vodafone Red Premium“. Mit einem Datenvolumen von 10 GB und einer Geschwindigkeit von 50MBit/s bei 94,99 € monatlichen Kosten stellt es den unangefochtenen Spitzenreiter unter den Angeboten der drei Mobilfunkanbieter dar. Das eine Stufe kleinere „Vodafone Red L“ Paket kostet zwar ca. 25€ mehr als das von O2 angebotene und vergleichbare „O2 Blue L“, beschränkt den Nutzer dabei aber nicht auf 21,1 MBit/s. Insgesamt betrachtend übertreffen alle Vodafone angebotenen Pakete die der Konkurrenz. Sie sind zwar im Monat etwas teurer, bieten allerdings immerhin eine Geschwindigkeit von 50MBit/s. Besonders negativ fallen vor allem die hohe Preise auf, die die Telekom für ihre LTE-Verträge veranschlagt. Mit einem Datenvolumen von gerade mal 4 GB ist ein Preis von über 100 € eigentlich nicht zu rechtfertigen.

Bei den für den Vergleich verwendeten Vertragsoptionen handelt es sich ausschließlich um Smartphone Verträge. Diese besitzen Grundsätzlich ein niedrigeres Datenvolumen als die LTE-Verträge, die über Web-Sticks und Router genutzt werden und für den Gebrauch von Computern und Laptops konzipiert wurden.<sup>58</sup>

## 7. Beispiele für die Verwendungsmöglichkeiten von LTE

Im folgenden werden einige Beispiele für die Verwendung von LTE aufgelistet und erläutert. Sie dienen dabei dem Ziel, ein besseres Verständnis für die Möglichkeiten und Vorteile von LTE zu verschaffen. Außerdem wird in diesem Kapitel die Frage geklärt, inwiefern die Anwendung von LTE in verschiedenen Gebieten überhaupt mit einem Nutzen versehen ist.

---

<sup>58</sup> Vgl. Telekom, Tarifdetails Mobile Data XL, [http://www.t-mobile.de/T-D1/cds/Shop/td1\\_cms\\_tarifdetailPopup/1,12260,3214,00.html](http://www.t-mobile.de/T-D1/cds/Shop/td1_cms_tarifdetailPopup/1,12260,3214,00.html) 20.10.2012



## 7.1 LTE im Transport- und Verkehrswesen

Ein Beispiel für die Verwendung von LTE findet sich im Transport- und Verkehrswesen wieder, in dem eine effektive Versorgung aufgrund seiner ureigensten Eigenschaft, namentlich der Mobilität, nur schwer realisierbar ist.. So gibt es diverse Aspekte, die durch die Nutzung von LTE verbessert werden könnten. Zum einen gäbe es die Möglichkeit, den Zahlungsverkehr zu verbessern. Dieser wird im Bereich Auto, Bus, Bahn oder Flugzeug zunehmend elektronisch abgewickelt. So besitzen z.B. Bezahlautomaten in Parkhäusern normalerweise eine Netzanbindung und erlauben dadurch auch den Einsatz von EC-Karten zur Bezahlung. Dies ist jedoch noch nicht überall der Fall, da die Einrichtung einer Netzanbindung oft mit einem baulichen Aufwand verbunden ist, der diese einfach nicht rentabel oder realisierbar macht. Das selbe gilt für Parkscheinautomaten auf den Straßen oder auch Fahrkartenautomaten in U-Bahn Stationen und Zügen. Eingebaute LTE-Router könnten dieses Problem beheben und für einen kostengünstigen Netzzugang sorgen. Treibt man diesen Gedanken weiter, so könnten die Geräte durch das Hinzufügen von Solarzellen und Akkus auch noch autark arbeiten und würden nicht einmal einen Anschluss an das Stromnetz benötigen. Einen weiteren Punkt stellt die Versorgung mit einem Internetanschluss für Reisende da. Im Langstreckenverkehr mit Zügen nutzen Fahrgäste oft ihre Zeit um zu Arbeiten. Ein möglicher Internetzugang kann dabei von großem Nutzen sein. Realisiert werden kann dies durch die Installation von LTE Routern in den einzelnen Wagons. Da LTE durch seine spezifischen Eigenschaften in der Lage ist, auch sich schnell fortbewegende Standpunkte mit einem ausreichend starken Signal zu versorgen, kann so den Fahrgästen über WLAN ein Internetzugang ermöglicht werden.<sup>59</sup>

## 7.2 LTE im Bauwesen

Ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet bietet das Bauwesen. Die Abwicklung großer Bauprojekte kennzeichnet sich durch jeweils zwei große Aspekte. Zum einen wäre die technische Infrastruktur. Funktionierende Telefon- und Internetanschlüsse werden oft erst in den späteren Phasen eines Bauprojektes realisiert und so kommt es zu einem Problem bei der Versorgung. Gerade zu Beginn sind meistens kaum oder gar keine Anschlussmöglichkeiten verfügbar. Dabei wird ein Zugang zum Internet im Bau-

---

<sup>59</sup> Vgl. Traber, Eckhart, Funkschau, Ausgabe 22/2011, LTE – Liebling der Massen, 18. November 2011, WEKA Verlagsguppe, Seite 19

wesen immer wichtiger. So werden z.B. immer häufiger Informationen zum Bauvorhaben online zur Verfügung gestellt und abgeglichen um den einzelnen Projektteilnehmern, wie den Architekten, Bauleitern oder auch Lieferanten einen Überblick vom Projekt zu verschaffen. Dieses Verfahren dient vor allem einer reibungslosen Abwicklung und fördert die Produktivität am Arbeitsplatz. Setzt man nun LTE-Router in den temporären Baustellen-Einrichtungen ein, so ermöglicht dies allen vor Ort anwesenden Arbeitskräften die notwendigen Informationen abzurufen.<sup>60</sup>

### **7.3 LTE als Unterstützer für Finanzdienstleistungen**

Auch im Bereich der Finanzdienstleistungen kann LTE zur Verbesserung der momentanen Situation eingesetzt werden. Genau wie die Bezahlautomaten im Verkehrswesen müssen auch die Geldautomaten immer mit einem Netzanschluss versehen werden um Bank- und Kundendaten jederzeit abrufen zu können. Doch vor allem die drahtlosen Bezahlwege würden durch die Einführung und Nutzung von LTE profitieren. So könnte die direkte Zahlung per EC oder Kreditkarte beim Händler flexibel werden, was sich wiederum positiv auf die Kaufentscheidung beim Kunden auswirken kann. Auf großen Events wie Festivals oder Sportereignissen versammeln sich für einen kurzen Zeitraum oft viele potentielle Käufer. Mittels mobiler Geldautomaten die zeitweise für die Dauer des Events aufgestellt werden, können die Banken eine verkaufssteigernde Unterstützung für die anwesenden Händler bieten.<sup>61</sup>

### **7.4 Machine-to-Machine Kommunikation**

LTE kann auch eingesetzt werden um die Machine-to-Machine Kommunikation zu unterstützen. Hierbei handelt es sich um Geräte die Messdaten erzeugen und weitergeben. Ein Beispiel für diesen Einsatz bieten Windparks, die aufgrund optimaler Windverhältnisse und möglichst niedriger optischer Beeinträchtigung oft in Gebieten ohne Internetzugang errichtet werden. Trotzdem müssen diese Anlagen überwacht werden und werden deshalb zur Übertragung wichtiger Messdaten und Störmeldungen oft mit einer Internetanschluss versehen. Dieser ist unerlässlich, da im Falle einer Störung

---

60 Vgl. Traber, Eckhart, Funkschau, Ausgabe 22/2011, LTE – Liebling der Massen, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe, Seite 18

61 Vgl. Traber, Eckhart, Funkschau, Ausgabe 22/2011, LTE – Liebling der Massen, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe, Seite 19 - 20

möglichst wenig Zeit von der Störungserkennung bis zur Behebung des Problems vergehen sollte um mögliche Stillstandzeiten zu minimieren. Ebenfalls denkbar wäre auch eine Videoüberwachung von Photovoltaikanlagen mittels IP-Kameras oder die einfache Vernetzung von Wetterstationen um genaue Informationen über das Wetter zu sammeln. All dies steht unter der Voraussetzung, dass die infrage kommenden Gebiete unter die LTE Netzabdeckung fallen und das speziell für den Außeneinsatz entwickelte Router, die den Witterungsumständen standhalten können, an den jeweiligen Orten verbaut werden.<sup>62</sup>

Es gibt noch viele weitere Möglichkeiten, wie LTE eingesetzt werden kann. So könnte es z.B. als eine Art Backup verwendet werden um auch bei Ausfall einer vorhandenen Breitbandleitung einen Internetzugang zu garantieren. Auch kann die bei Inbetriebnahme einer Filiale oft unerlässliche Internetverbindung durch den Einsatz von LTE gelöst werden. Während der Instandsetzung oder Verlegung eines DSL- oder ISDN-Kabels, was oft Tage dauern kann, stellen diese Zeiträume einen möglichen Gewinnverlust für eine Filiale dar oder verzögern vielleicht auch die Eröffnung. Abschließend bleibt zu sagen, dass es sich bei LTE vor allem um eine Maßnahme zur Erhöhung der Netzabdeckung handelt und es gerade dort sein gesamtes Potential entfaltet.<sup>63</sup>

Bei Betrachten der Optionen Streaming, Gaming und Cloudcomputing wird schnell klar, das LTE aufgrund seiner Datenvolumen nur wenig Verwendung in diesen Bereichen findet. So sind die verfügbaren Volumen oft binnen kürzester Zeit ausgereizt, woraufhin alle Vorteile der LTE-Nutzung verschwinden, da man vom Netzbetreiber auf den UMTS-Standard heruntergestuft wird.

---

<sup>62</sup> Vgl. Traber, Eckhart, Funkschau, Ausgabe 22/2011, LTE – Liebling der Massen, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe Seite 18 - 19

<sup>63</sup> Vgl. Traber, Eckhart, Funkschau, Ausgabe 22/2011, LTE – Liebling der Massen, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe, Seite 20

## 8. Fazit

Anhand der gesammelten Daten ist nun möglich LTE in seiner Gesamtheit zu beschreiben und ein Fazit über die neue Technologie zu erstellen. Betrachtet man LTE mit Hinblick auf die Verpflichtung der Mobilfunkanbieter, nämlich der Netzabdeckung vorher nicht versorgter Bereiche, so bildet es eine unerlässlichen Maßnahme zur Eröffnung neuer Möglichkeiten in der Nutzung moderner internetbezogener Anwendungen. Im Vordergrund steht dabei weniger die Versorgung einzelner Personen mit einem Breitbandanschluss, der aufgrund des oft viel zu kleinen Datenvolumens nur begrenzt genutzt werden kann, sondern eher die Bemühung jederzeit und überall den Verkehr kleinerer Datenpakete zu ermöglichen.

In Bezug auf die Kernfrage, welche Auswirkungen LTE auf die Verbreitung von Medienangeboten hat, wird klar, dass auch der Mobilfunk der 4. Generation noch nicht in der Lage ist, ausreichend Volumen für diesen Zweck zur Verfügung zu stellen und stellt somit noch keine ernstzunehmende Alternative zu einer konventionellen Breitbandverbindung dar. Medienangebote wie Videos und HD-Streams zehren das bereitgestellte Volumen in kürzester Zeit auf und würden ohne die vertraglich festgelegten Datenvolumen zu einer regelrechten Verstopfung der Zellen führen wie es auch schon bei UMTS der Fall gewesen wäre.

Im Fall der Datenübertragung verursacht LTE im Gegensatz zur Übertragung von Medienangeboten eine starke Verbesserung. Dies geschieht jedoch nicht nur aufgrund der hohen Datenraten sondern mittels der hohen Stabilität, Störresistenz und der hohen Netzabdeckung, die mittels LTE erzielt werden kann. Gerade die in Kapitel 7 beschriebene Fallbeispiele machen deutlich welche Auswirkung LTE auf den Datenverkehr hat und welche Erleichterungen durch die jederzeit und überall verfügbare Verbindung zwischen einzelnen Geräten und dem Internet entstehen.

Abschließend bleibt zu sagen das LTE nicht alle Erwartungen erfüllt, mit denen vor allem die Mobilfunkanbieter werben. Es macht jedoch einen Schritt in die richtige Richtung und ebnet den Weg für Folgeprojekte um schlussendlich die riesige Kluft zwischen dem mobilen und festen Netz zu schließen

## 9. Ein Ausblick auf die nahe Zukunft

Was bringt die Zukunft? Welche Entwicklungen können in naher Zukunft erwarten werden und wie sehr werden diese sich von den heute angewendeten Ideen und Lösungen unterscheiden. Mit LTE wurde wie gesagt ein Schritt in die richtige Richtung gemacht und ein Nachfolger steht auch schon auf dem Plan. LTE Release 10 oder auch LTE-Advanced. Mehr ein Update als eine eigenständige Entwicklung bietet es eine abermals erhöhte Datenrate auf bis zu 1 GBit/s im Download, bessere Übertragung bei der Bewegung und eine effizientere Ausnutzung der Frequenzbänder. Doch genau wie bei LTE sind auch die hier aufgelisteten Werte unter Laborbedingungen entstanden und dienen höchstens als Vergleichsmaterial. Mit ersten Geräten, die LTE-Advanced nutzen, könnte bereits 2013 gerechnet werden. Auch die Funkzellen können binnen kürzester Zeit eine Aufrüstung zum neuen Standard erhalten, da es sich hier um Software update handelt.<sup>64</sup>

Die Entwicklung von LTE-Advanced war der Grund dafür das LTE oft nicht als Mobilfunkstandart der 4. Generation anerkannt wird und nur mit der Kennung 3.9 versehen wird.

Ob LTE-Advanced dem Wachstum im Onlinedatenbereich gewachsen sein wird, bleibt abzuwarten. Sicher ist jedoch, dass es nicht die letzte Entwicklung sein wird. Forschung und Entwicklung sind ein endloses Geschäft und nur wer am Ball bleibt, kann Ergebnisse vorweisen und den Weg in die Zukunft beschreiten.

---

<sup>64</sup> Vgl. Erik Dahlman, Stefan Perkvall, Johan Sköld: 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, Academic Press is an Imprint of Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5, 1GB, UK, 2011, Seite 103 - 104

# Abbilidungsnachweis

- Abb. 1: TU Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik: Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk Abschlussbericht zur Beauftragung vom 30.11.2009
- Abb. 2: Vodafone: <http://www.vodafone.de/privat/hilfe-support/netzabdeckung.html>  
Telekom: [http://www.t-mobile.de/funkversorgung/inland/0,,15400-\\_,00.html?wt\\_mc=ac\\_zm](http://www.t-mobile.de/funkversorgung/inland/0,,15400-_,00.html?wt_mc=ac_zm)
- Abb. 3: [http://www.deutsche-startups.de/wp-content/uploads/2012/05/lte\\_tabelle.jpg](http://www.deutsche-startups.de/wp-content/uploads/2012/05/lte_tabelle.jpg)
- Abb. 4: <http://www.lte-anbieter.info/test/lte-speedtest.php>
- Abb. 5: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/timeline/e214a841cddb188c3ea291f975c2324d.png>
- Abb. 6: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/timeline/d6ebbf47c4a3fa15d1cb55ca1dd39fa.png>
- Abb. 7: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/timeline/6fa6c40a621fa7e03963c0de7f47c73a.png>
- Abb. 8: [http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSotCR4X5q2aQJx6N-\\_AKAtIbel6Leo9ImNxIH3d96fGnB3oX8yN51fbHE](http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSotCR4X5q2aQJx6N-_AKAtIbel6Leo9ImNxIH3d96fGnB3oX8yN51fbHE)
- Abb. 9: [http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR7rCzkirohLYTKqiqPbZ3QstVTDDHGuUcAb3kAGeanRX2e9E2Dboe\\_CcM](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR7rCzkirohLYTKqiqPbZ3QstVTDDHGuUcAb3kAGeanRX2e9E2Dboe_CcM)
- Abb. 10: <http://www.lte-anbieter.info/Bilder/hardware/lte-router/220x195xrouter-o2-B390.jpg.pagespeed.ic.DeCLZPehp4.jpg>
- Abb. 11: <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS91hpkaGymOv0V93fLqZKMK0dWSfeaA79xvYoTdD5quX1nIL9rYqsra5o>
- Abb. 12: [http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQBCingezueloeNDzsd\\_hWarVwe63xJTLkdQjWSZeSO0mQz-59tl3ARbw](http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQBCingezueloeNDzsd_hWarVwe63xJTLkdQjWSZeSO0mQz-59tl3ARbw)
- Abb. 13: <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ5MWwpQ85psSkZomGtypUHX2jGTm8CPkqQhB4ciMVat-uJ63NBxMmD7oA>
- Abb. 14: <http://files.rakuten.de/6d72399ceff3effe077aafd82112601d/thumbs/130/d0/db54f62e3d2ad0686886e0466d3dcc0e/telekom-speedstick-lte-weiss-net-lock.jpg>

- Abb. 15: <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTLsKXAigjhYpCF-Z-eQXcD8sNp41oVTldvzif5UdJL3zNv4sdvslGBqw>
- Abb. 16: <http://www.lte-anbieter.info/smartphones/wp-content/uploads/2012/09/191x300iPhone5lte-191x300.jpg.pasgespeed.ic.mfqouJevoo.jpg>
- Abb. 17: [http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRJ4MpiaLgILbpR77yQPyNKoQ5uAvxyUohhxAKQk3UHymJ8Vm6\\_ldf-QA](http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRJ4MpiaLgILbpR77yQPyNKoQ5uAvxyUohhxAKQk3UHymJ8Vm6_ldf-QA)
- Abb. 18: <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSh1-ufBK9MVI1WWXa7hUx-fhoKJ8k2KEAD3F2J55qgzhfMhkDmTGb-IUs>
- Abb. 19: <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRNRKZHEETnl8YFoh1ySVmFi5L8y4t4s4hyY6tQgDpSU458nMRToomsOA>
- Abb. 20: <http://files.shareholder.com/downloads/NFLX/2144495176x0x607614/6bc75664-8a60-4398-8e52-fe918b79bf67/Investor%20Letter%20Q3%202012%2010.23.12.pdf>
- Abb. 21: [http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRB\\_BhpgF2fow2KzLZ-vk3E-jjUMWIncC\\_fMbb3XCCDUu-Z2RAOy3X9yCfF](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRB_BhpgF2fow2KzLZ-vk3E-jjUMWIncC_fMbb3XCCDUu-Z2RAOy3X9yCfF)
- Abb. 22: [http://www.pcgames.de/screenshots/original/2011/11/battlefield\\_3\\_best\\_shots\\_91.jpg](http://www.pcgames.de/screenshots/original/2011/11/battlefield_3_best_shots_91.jpg)
- Abb. 23: <http://i.computer-bild.de/imgs/4/0/9/6/8/5/6/Telekom-Cloud-Mediencenter-Daten-hochladen-745x559-81b746ccf3fc89da.jpg>
- Abb. 24-29: [http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco\\_VNI\\_Global\\_Mobile\\_Data\\_Traffic\\_Forecast\\_2010\\_2015.pdf](http://newsroom.cisco.com/dlls/ekits/Cisco_VNI_Global_Mobile_Data_Traffic_Forecast_2010_2015.pdf)
- Abb. 30: [http://www.t-mobile.de/samsung-galaxy-s3/0,24024,27057-\\_,00.html](http://www.t-mobile.de/samsung-galaxy-s3/0,24024,27057-_,00.html)
- Abb. 31: <http://www.vodafone.de/business/firmenkunden/mobilfunktarife-professional-plus.html>
- Abb. 32: <http://www.o2online.de/tarife/smartphone-tarife/>

# Literaturverzeichnis

## Bücher:

Erik Dahlman, Stefan Perkvall, Johan Sköld: 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, Academic Press is an Imprint of Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5, 1GB, UK, 2011

## Zeitschriften:

Funkschau, Ausgabe 22/2011, Der Alleskönner, Gestatten: LTE, 18. November 2011, WEKA-Verlagsgruppe

## White Papers:

Dipl.-Ing. Thomas Jansen, M.Sc., Dipl.-Ing. (FH) Jörg Nuckelt, M.Sc., Dipl.-Ing. Peter Schlegel, Prof. Dr.-Ing. Thomas Kürner, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Reimers, Untersuchung zur Eignung von LTE-Netzen für die Übertragung von Rundfunk, Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik, Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig, Braunschweig, 05.05.2010

Ronald Kretzschman, Information der Technischen Abteilung, Bewertung der Beeinträchtigung des DVB-T-Empfangs durch LTE Funkssysteme, Landesanstalt für Kommunikation, Baden-Württemberg, 04.03.2011

Cisco, Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data, Traffic Forecast Update, 2010–2015, 01.02.2011

Motorola, UMTS/HSPA to LTE Migration, Maximize the life and value of existing assets while achieving a true 4G network, USA, 01.04.2009

TeliaSonera, Media Lab, Mobile Broadcast/Multicast Service (MBMS), Finnland, 01.08.2004



## Internetseiten

<http://...>

[de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org)

[winfwiki.wi-fom.de](http://winfwiki.wi-fom.de)

[www.4g.de](http://www.4g.de)

[www.4wirelessjobs.com](http://www.4wirelessjobs.com)

[www.apple.com](http://www.apple.com)

[www.basf.com](http://www.basf.com)

[www.bild.de](http://www.bild.de)

[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

[www.deutsche-startups.de](http://www.deutsche-startups.de)

[www.eito.com](http://www.eito.com)

[www.elektronik-compendium.de](http://www.elektronik-compendium.de)

[www.funkschau.de](http://www.funkschau.de)

[www.goldmedia.com](http://www.goldmedia.com)

[www.golem.de](http://www.golem.de)

[www.heise.de](http://www.heise.de)

[www.htc.de](http://www.htc.de)

[www.hsdpa.org](http://www.hsdpa.org)

[www.ibusiness.de](http://www.ibusiness.de)

[www.lg.com](http://www.lg.com)

[www.lte-anbieter.info](http://www.lte-anbieter.info)

[www.ltemobile.de](http://www.ltemobile.de)

[www.lte-nrw.de](http://www.lte-nrw.de)

[www.lte-tarife.com](http://www.lte-tarife.com)

[www.medialab.sonera.fi](http://www.medialab.sonera.fi)

[www.mobile-zeitgeist.com](http://www.mobile-zeitgeist.com)

[www.motorola.com](http://www.motorola.com)

[http://mygaming.co.za](http://http://mygaming.co.za)

[www.netflix.com](http://www.netflix.com)

[www.o2onlinde.de](http://www.o2onlinde.de)

[www.samsung.com](http://www.samsung.com)

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

[www.speedtest.net](http://www.speedtest.net)

[www.stern.de](http://www.stern.de)

[www.sybase.com](http://www.sybase.com)

[www.telecom-handel.de](http://www.telecom-handel.de)

[www.telemedicus.info](http://www.telemedicus.info)

[www.telekom.de](http://www.telekom.de)

[www.teltarif.de](http://www.teltarif.de)

[www.test.de](http://www.test.de)

[www.testberichte.de](http://www.testberichte.de)

[www.vodafone.de](http://www.vodafone.de)

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname